

TA/TL/2007/0219

TUGAS AKHIR

PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HADIAN/BELEI	
TGL. TERIMA :	10 - 12 - 2007
NO. JUDUL :	2754
NO. INV. :	5120002754001
NO. INDUK. :	002754

**PENURUNAN KADAR NITRAT (NO₃) DAN NITRIT (NO₂)
 PADA LINDI TPA PIYUNGAN
 DENGAN METODE ELEKTROKOAGULASI**

12.
 608-1622
 Bud
 P
 1

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Untuk Memenuhi Persyaratan Guna

Memperoleh Derajat Sarjana Strata-1 Teknik Lingkungan



الإسلام
 الإسلام
 الإسلام

xvii, 770, bel 28

Disusun Oleh :

Nama : IVNAINI ANDESGUR

NIM : 03 513 044

• toky kaji - hidrologi
 • kedar nitrat (NO₃) &
 nitrit (NO₂)

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

• metode elektro
 koagulasi
 • judul

2007

MILIK PERPUSTAKAAN
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
 PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PENURUNAN KADAR *NITRAT* (NO_3^-) DAN *NITRIT* (NO_2^-) PADA LINDI
TPA PIYUNGAN DENGAN METODE ELEKTROKOAGULASI**

Nama : IVNAINI ANDESGUR


NIM : 03 513 044

Program Studi Teknik Lingkungan

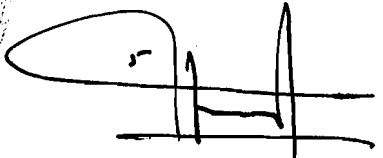
Telah diperiksa & disetujui oleh:

LUQMAN HAKIM, ST, M.Si
Pembimbing I




Tanggal: 5 Oktober 2007

TATANG SHABUR JULIANTO. S.Si, M.Si
Pembimbing II


Tanggal: 5 November 2007.

MOTTO

*Ya Tuhan kami, berikan kami kebahagiaan di dunia (dengan ibadah) dan kebahagiaan di akhirat
(tinggal di surga); dan peliharalah kami dari siksa neraka
(QS al- baqarah : 201)*

*jangan melihat masa lampau dengan penyesalan.....
Jangan pula melihat masa depan dengan ketakutan.....
Tetapi lihatlah sekelilingmu dengan penuh kesadaran.....
" james Thurber "*

*janganlah berhenti berbuat !
karena malaikat terus mencatat, umur terus berkurang, kematian semakin mendekat, dan setiap
detik tarikan nafas tidak akan pernah kembali lagi.
(Longlife Motivation)*

*ketika satu pintu kebahagiaan tertutup.....pintu yang lain
dibukakan.....
Tetapi sering sekali kita terpaiku terlalu lama
pada pintu yang tertutup.....
Sehingga tidak melihat pintu lain yang dibukakan bagi
kita.....
" Erasmus "*

HALAMAN PERSEMBAHAN

Syukur kupanjatkan kepada Allah SWT,
Tempat memohon dan memasrahkan segalanya.
Nabi Muhammad SAW,
Junjunganku yang kunantikan syafaatnya.

Kalauku ingat, aku sering meneteskan dan merelakan air mataku tuk
membasahi wajahku

Kalauku ingat semua belum banyak yang aku lakukan dan aku berikan
untuk orang-orang yang aku sayangi dan aku cintai. Hanya doa yang aku
berikan semoga kita selalu dalam lindungan-Nya

Sebuah karya kecilku yang kupersembahkan dengan penuh kebanggaan
kepada

Omak Tercinta Hj. Nurmaya

Dan

Ayah Tercinta H. Ilyas abbas

Sebagai wujud kebanggaan, walaupun tidak sebanding dengan materi,
cinta dan kasih sayang yang tulus serta doanya yang tiada hentinya
untukku

Kak Nora, Kak Dina, Udo Ii, Dede, Syukur, Siti dan uwakku tersayang,
abang iparku Long Turis dan Long Mian serta kakak iparku kak Ubah
dan Keponakanku satu-satunya Nisa

Terimakasih ya! atas dukungan, motivasi, doa dan kasih sayangnya
untukku

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, Tuhan yang Maha Esa, Pencipta Alam semesta beserta isinya dan tempat berlindung bagi umat-Nya. Shalawat serta salam saya limpahkan kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW.

Alhamdulillahirobbil'alamin atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan judul "Penurunan Kadar Nitrat (NO_3^-) dan Nitrit (NO_2^-) Dalam Lindi TPA Piyungan Dengan Metode Elektrokoagulasi"

Penyusunan tugas akhir ini dapat terselesaikan berkat dorongan dan motivasi, bantuan, bimbingan dan arahan, serta adanya kerja sama dari berbagai pihak. Untuk itu perkenankanlah penulis mengaturkan banyak terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak Luqman Hakim, ST, M.Si, selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia dan sebagai dosen pembimbing I atas arahan dan bimbingannya selama pengerjaan tugas akhir ini.
2. Bapak Tatang Shabur Julianto, S.Si, M.Si, selaku dosen pembimbing II atas koreksi dan arahnya selama pengerjaan tugas akhir ini.
3. Bapak Eko Siswoyo, ST, selaku Koordinator Tugas Akhir.

4. Bapak Andik Yulianto, ST; Bapak Ir. H. Kasam, MT; Bapak Hudori, ST; Ibu Yureana, ST, MSc; Ibu Any Juliani, ST, MSc dan seluruh dosen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia yang telah sabar memberikan pengetahuannya selama ini.
5. Mas Agus, yang banyak membantu dalam berbagai administrasi Tugas Akhir ini.
6. Pak Tas dan Maz Iwan Ardiyanta, terima kasih atas bimbingannya selama berada di Laboratorium Lingkungan. Serta Keikhlasannya untuk ikut membantu mulai dari ngambil sampel sampai nginep dan selama pengujian.
7. Pak satpam dan bapak sewa mobil buat ngambil limbah ,makasi bantuannya ya!!!

Akhir kata semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca yang berkaitan dengan keilmuan maupun dapat menjadi studi literatur bagi penelitian yang berhubungan.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Jogjakarta, Agustus 2007

Penulis

Ivnaini Andesgur

PENURUNAN KONSENTRASI NITRAT(NO_3^-) DAN NITRIT (NO_2^-) PADA LINDI TPA PIYUNGAN DENGAN METODE ELEKTROKOAGULASI

Intisari

Proses elektrokoagulasi ini adalah suatu proses mengalirkan arus listrik searah melalui batangan tembaga dan aluminium yang dipasang secara paralel dalam suatu bak persegi empat. Pada penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui efisiensi penurunan konsentrasi nitrat dan nitrit di dalam lindi TPA Piyungan. Nitrit dapat bereaksi dengan hemoglobin membentuk methemoglobin (met-HB) sehingga penderita akan kekurangan oksigen. Sedangkan meningkatnya Nitrat akan menstimulasi pertumbuhan gangguan yang berlebih.

Pada penelitian ini digunakan alat elektrokoagulasi, baffle channel sebagai flokulator dan sedimentasi serta filtrasi. Dua batang elektroda digunakan pada penelitian ini yang dimasukkan kedalam bak elektrokoagulasi, kutub positif digunakan batangan tembaga, dan kutub negatif digunakan batangan aluminium. Aerator juga digunakan pada bak ini.

Berdasarkan penelitian didapatkan efisiensi nitrat paling tinggi terjadi pada waktu kontak 25 menit pada dosis tawas 15000 ppm sebesar 77% sedangkan efisiensi nitrit paling tinggi terjadi pada waktu kontak 25 menit sebesar 99% pada dosis tawas 20000 ppm. Kekurangan dari elektrokoagulasi ini adalah pengkroposan batangan anoda sebagai adanya reaksi oksidasi dalam air ketika dialiri listrik, untuk itu bagi penelitian selanjutnya sebagai alternatif pengganti digunakan batangan anoda yang sukar mengalami oksidasi.

Kata kunci: Lindi, Elektrokoagulasi, Nitrat, Nitrit.

REMOVAL OF NITRAT(NO_3^-) DAN NITRIT (NO_2^-) FROM LEACHATE TPA PIYUNGAN BY ELECTROCOAGULATION METHOD

Abstract

Electrocoagulation is a process conduct the unidirectional electric current through a bar of copper and aluminium attached parallelly in a square basin. At this research is intended to know the efficiency of degradation of concentration nitrate and nitrite in leachate TPA Piyungan. Nitrite can react with the haemoglobin form the methemoglobin (met-Hb) so that insufficiency patient of oxygen. While the increasing of Nitrate of excessive stimulation trouble growth.

This research used electrocoagulation, baffle channel as flocculator and sedimentation also filtration in the end. Two electrode bar used at this research included into basin electrocoagulation, positive pole used of copper bar, and negative pole used of aluminium bar. Aerator is also used at this basin.

Pursuant to research the highest efficiency of nitrate in time contact 25 minute of alum dose 15000 ppm equal to 77% and the highest efficiency of nitrite in time contact 25 minute of alum dose 20000 ppm equal to 99%. The sacrificial electrodes are dissolved into wastewater streams as a result of oxidation, and need to be regularly replace for that for research hereinafter alternatively substitution used by a anode bar which difficult to experience of oxidation.

Keywords: Leachate, electrocoagulation, Nitrate and Nitrite.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
MOTTO	iii
PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAKSI	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Gambaran Umum Sampah	4

2.2	Pengertian Lindi	6
2.3	Sumber Dan Karakteristik Limbah	13
2.4	Parameter Penelitian	17
2.5	Elektrokoagulasi.....	19
2.6	Arus Listrik	25
2.7	Baffle Channel Flocculator	26
2.8	Sedimentasi	26
2.9	Filtrasi.....	28
2.10	Hipotesa.....	30
 BAB III METODE PENELITIAN		31
3.1	Lokasi penelitian	31
3.2	Objek Penelitian.....	31
3.3	Waktu Penelitian.....	31
3.4	Parameter Penelitian Dan Metode Uji.....	31
3.5	Variabel Penelitian	31
3.6	Tahap Penelitian.....	32
	3.6.1 Bahan Penelitian.....	32
	3.6.2 Alat yang Digunakan dalam penelitian.....	32
	3.6.3 Tahap Pelaksanaan Penelitian	33
3.7	Langkah Penelitian.....	34
	3.7.1 Tahap Persiapan	34
	3.7.2 Pembuatan Alat Elektrokoagulasi	34

3.7.3 Tahapan Cara Kerja.....	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Prastudi	37
4.1.1 Desain Alat.....	37
4.1.2 Jenis dan Dosis Koagulan.....	44
4.1.3 Waktu Kontak.....	44
4.2 Parameter Fisik	52
4.3. Konsentrasi Nitrat (NO ₃) Dan Nitrit (NO ₂).....	65
4.3.1 Dosis Koagulan Tawas.....	67
4.3.2 Efisiensi Konsentrasi Nitrat (NO ₃) Dan Nitrit (NO ₂).....	69
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1 Kesimpulan	76
6.2 Saran	77

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kandungan Unsur-Unsur Dalam <i>leachate</i>	9
Tabel 2.2	Limbah Cair lindi TPA Piyungan Bantul	10
Tabel 2.3	Karakteristik Limbah Domestik	14
Tabel 3.1	Parameter Penelitian dan Metode Uji	31
Tabel 4.1	Percobaan <i>Jar test</i> dengan variasi koagulan	47
Tabel 4.2	Percobaan Elektrokoagulasi Dengan Variasi Dosis Tawas	50
Tabel 4.3	Parameter Fisik.....	64
Tabel 4.4	Konsentrasi Nitrat dan Nitrit	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Perembesan Lindi Dalam Air Tanah	13
Gambar 3.1	Diagram Tahap Penelitian	33
Gambar 3.2	Rangkaian Desain Alat Elektrokoagulasi.....	35
Gambar 4.1	Bak Elektrokoagulasi Dan <i>Magnetic Seer Barr</i>	38
Gambar 4.2	Bak <i>Baffle Channel Flocculator</i>	39
Gambar 4.3	Bak Sedimentasi.....	40
Gambar 4.4	Efisiensi Bak Sedimentasi	40
Gambar 4.5	Efisiensi Nitrat dan Nitrit Pada Bak Sedimentasi	41
Gambar 4.6	Bak Filtrasi	42
Gambar 4.7	Efisiensi Bak Filtrasi`	42
Gambar 4.8	Efisiensi Nitrat dan Nitrit Pada Bak Filtrasi`	43
Gambar 4.9	Percobaan <i>Jar test</i>	44
Gambar 4.10	Percobaan <i>Jar test</i> dengan menggunakan Tawas.....	45
Gambar 4.11	Percobaan <i>Jar test</i> dengan menggunakan Ferro Sulfat	46
Gambar 4.12	Percobaan <i>Jar test</i> dengan menggunakan variasi Ferro Sulfat. dan Kapur Tohor	47
Gambar 4.13	Percobaan Elektrokoagulasi	48
Gambar 4.14	Percobaan Elektrokoagulasi Menggunakan tawas 8gr/500ml	50
Gambar 4.15	Batangan Anoda Dari Tembaga dan katoda Dari aluminium.	51

Gambar 4.16	Efisiensi DHL dengan Variasi Waktu kontak terhadap Dosis Tawasa.....	53
Gambar 4.17	Efisiensi TSS dengan Variasi Waktu kontak terhadap Dosis Tawasa	54
Gambar 4.18	Skema Zat Padat Total	56
Gambar 4.19	Efisiensi TDS dengan Variasi Waktu kontak terhadap Dosis Tawasa.....	57
Gambar 4.20	Variasi Waktu kontak terhadap Variasi Dosis Tawasa	59
Gambar 4.21	Variasi Waktu kontak terhadap Konsentrasi Salinitas	61
Gambar 4.22	Lindi Hasil Proses Elektrokoagulasi	68
Gambar 4.23	Efisiensi Konsentrasi Nitrat dan Nitrit	69
Gambar 4.24	Lapisan Ganda Listrik Partikel Koloid.....	72

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Tabel Efisiensi Penurunan konsentrasi nitrat (NO_3^-) dan nitrit (NO_2^-) pada proses elektrokoagulasi
- Lampiran 2. Hasil pengujian laboratorium
- Lampiran 3. SNI M-53-1990-03 Mengenai Metode Pengujian Kadar Nitrit Dalam Air Dengan Alat Spektrofotometer Secara Asam Sulfanilat dan SNI M-49-1990-03 Mengenai Metode Pengujian Kadar Nitrat Dalam Air Dengan Alat Spektrofotometer Secara Brusin Sulfat
- Lampiran 4. Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tanggal 14 desember 2001

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.

Tempat Pembuangan Akhir (TPA) adalah sarana fisik untuk berlangsungnya upaya kegiatan pengelolaan dan pengolahan akhir sampah padat. Adanya tempat penimbunan sampah pada TPA Piyungan mengalami dekomposisi sampah organik yang akan menghasilkan gas-gas dan cairan yang disebut Lindi. Lindi mengandung bahan-bahan kimia, baik organik maupun anorganik serta mikroba parasit seperti: kutu air (*sacrotes sp*) yang dapat menyebabkan gatal-gatal pada kulit. Salah satu unsur yang terkandung dalam lindi, yaitu nitrat dan nitrit. Tempat pembuangan akhir (TPA) Piyungan ini mulai dioperasikan pada tahun 1995 dengan luas lahan 12,5 Ha. Pengoperasian sistem pengelolaan sampah akan berpengaruh terhadap pemanfaatan sumber daya alam, kesehatan dan kenyamanan masyarakat sekitarnya. Pengelolaan sampah di TPA Piyungan menggunakan metode *Controlled Landfill*, yaitu suatu metode peralihan antara metode *Open Dumping* dengan metode *Sanitary Landfill*.

Biasanya pada musim kemarau tidak akan terjadi luapan lindi, namun pada musim hujan air lindi memang sering meluap karena kapasitas bak penampung tak mampu menampung. Mengalirnya lindi yang menyebar dengan pergerakan secara vertikal dan horizontal akan mengikuti kondisi material dan kemiringan tanahnya. Buangan lindi inilah yang melebihi baku mutu limbah cair yang akan mencemari tanah dan sungai apabila tidak di olah terlebih dahulu. Dengan demikian akan berdampak negatif terhadap kualitas air di sekitar wilayah tersebut yang keberadaannya sangat dibutuhkan untuk kelangsungan makhluk hidup.

Departemen P.U (1995) menyatakan bahwa tempat pembuangan akhir (TPA) Piyungan memiliki IPAS (Instalasi Pengolahan Air Sampah) atau IPLC (Instalasi Pengolahan Limbah Cair), tetapi kinerjanya belum optimal. Hal ini menyebabkan lindi (efluen) masih mengandung zat pencemar dalam konsentrasi yang tinggi diantaranya besi. Pada TPA Piyungan kadar besi sebesar 19,205 mg/l.

Kadar zat pencemar sebesar ini akan mencemari lingkungan hidup sehingga akan memberikan dampak negatif antara lain bagi kesehatan manusia (bersifat racun, korosif dan iritasi) dan bagi lingkungan sendiri yaitu terhadap badan air dan kehidupan perairan.

Karena kondisi tersebut, maka sangat diperlukan pemikiran tentang pengolahan lindi tersebut, sehingga diharapkan lindi TPA Piyungan dapat memenuhi nilai ambang batas yang diijinkan, yaitu Baku Mutu Limbah Cair sesuai S.K. Gub DIY No: 281/KPTS/1998 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi industri di DIY. Setelah melakukan pemeriksaan di laboratorium UII, diperoleh kandungan nitrat dan nitrit pada limbah cair lindi TPA Piyungan sebesar 9,41 mg/l dan 1,48 mg/l kadar nitrit tergolong cukup tinggi, karena telah melebihi ambang batas maksimum Baku Mutu Limbah Cair bagi industri di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta sebesar 1 mg/l.

Berdasarkan uraian tersebut, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengolahan yang dapat menurunkan kadar nitrat dan nitrit yang ada dalam lindi tersebut. Salah satu cara pengolahannya, yaitu dengan cara proses elektrokoagulasi. Karena selain efektif dan efisien bahannya juga mudah didapat di pasaran. Proses ini menggunakan bak yang menempatkan 2 batang elektroda dan bila dialiri arus listrik searah yang diletakkan diatas magnetic bar –stirrer yang membantu proses reduksi ion-ion nitrat dan nitrit.

1.2 Rumusan Masalah.

Berdasarkan uraian tersebut diatas maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

- a. Apakah kuat arus dan waktu kontak berpengaruh terhadap penurunan kadar Nitrat (NO_3^-) dan Nitrit (NO_2^-) dalam Lindi .
- b. Bagaimana tingkat efisiensi dari proses elektrokoagulasi dalam menurunkan kadar Nitrat (NO_3^-) dan Nitrit (NO_2^-) dalam Lindi .

1.3 Batasan Masalah

Ruang lingkup penelitian ini di batasi hal-hal sebagai berikut:

1. Lindi di ambil dari Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPA) Kota Yogyakarta terletak di Dusun Ngablak, Desa Sitimulyo, Kecamatan Piyungan, Kabupaten Bantul.
2. Parameter yang dianalisa adalah kadar Nitrat (NO_3^-) dan Nitrit (NO_2^-) yang terkandung dalam Lindi.
3. Kualitas Lindi sesudah perlakuan menggunakan proses secara elektrokoagulasi menggunakan elektroda tembaga.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh kuat arus dan waktu kontak dalam pengolahan yang menggunakan metode elektrokoagulasi.
2. Mengetahui tingkat efisiensi penurunan kadar Nitrat (NO_3^-) dan Nitrit (NO_2^-) yang terkandung dalam Lindi setelah melalui proses elektrokoagulasi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat Penelitian dari penelitian ini adalah:

1. Menambah wawasan dan pengetahuan tentang kadar Nitrat (NO_3^-) dan Nitrit (NO_2^-) dalam Lindi yang memungkinkan adanya pencemaran terhadap lingkungan dan penurunan kadar Nitrat (NO_3^-) dan Nitrit (NO_2^-) tersebut dengan metode elektrokoagulasi.
2. Dapat memberikan salah satu alternatif untuk pengolahan Lindi secara sederhana atau menambah wawasan ilmu pengetahuan pengolahan limbah buangan.
3. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang pengolahan air limbah dengan metode elektrokoagulasi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum Sampah

Beberapa pengertian tentang sampah adalah:

- a. Sampah merupakan bahan sisa, baik bahan-bahan yang sudah tidak digunakan lagi (barang bekas) maupun bagian yang sudah diambil bagian utamanya)
- b. Ditinjau dari segi ekonomi, sampah adalah bahan yang sudah tidak ada harganya.
- c. Ditinjau dari segi lingkungan, sampah adalah bahan buangan yang tidak berguna dan banyak menimbulkan masalah pencemaran dan gangguan pada kelestarian lingkungan.

Berdasarkan uraian diatas maka dapat dibuat suatu batasan masalah yang definitif tentang sampah, yaitu: sisa-sisa bahan yang mengalami perlakuan- perlakuan baik karena telah diambil bagian utamanya, atau karena pengolahan atau karena sudah tidak ada manfaatnya yang ditinjau dari segi sosial ekonomis tidak ada harganya dan dari segi lingkungan dapat menimbulkan pencemaran atau gangguan kelestarian. (Soewedo, 1983)

2.1.1 Sumber Sampah

Sampah dapat di jumpai di segala tempat dan hampir di semua kegiatan. Berdasarkan sumber atau asalnya, maka sampah dapat digolongkan sebagai berikut:

1. Sampah dari hasil kegiatan rumah tangga termasuk di dalam hal ini adalah sampah dari: asrama, rumah sakit, hotel-hotel dan kantor
2. Sampah dari kegiatan industri atau pabrik
3. Sampah dari hasil kegiatan pertanian, yang meliputi: perkebunan, kehutanan, perikanan dan peternakan.

4. Sampah dari hasil kegiatan perdagangan, misalnya: sampah pasar dan sampah toko.
5. Sampah dari kegiatan pembangunan
6. Sampah jalan raya

Sampah yang berasal dari pemukiman atau tempat komersial, selain terdiri atas sampah organik dan anorganik, juga dapat dikategorikan B3. Sampah organik bersifat *biodegradable* sehingga mudah terdekomposisi, sedangkan sampah anorganik bersifat *non-biodegradable* sehingga sulit terdekomposisi. Bagian anorganik sebagian besar terdiri dari kaca, tembikar, logam dan debu.

2.1.2 Komposisi Sampah

Pada suatu kegiatan mungkin akan dihasilkan jenis sampah yang sama. Misalnya sampah yang hanya terdiri atas kertas, logam, atau daun-daunan saja. Apabila tercampur dengan bahan-bahan lain, maka sebagian besar komponennya adalah seragam. Karena itu berdasarkan komposisinya, sampah dibedakan menjadi dua macam:

- Sampah yang seragam. Sampah dari kegiatan industri pada umumnya termasuk golongan ini. Sampah dari kantor sering hanya terdiri atas kertas, kantor, kertas karbon, dan masih dapat digolongkan dalam golongan sampah yang seragam.
- Sampah yang tidak seragam (campuran), misalnya sampah yang berasal dari pasar atau sampah dari tempat-tempat umum

Di Indonesia, penggolongan sampah yang sering digunakan adalah sebagai:

- (a) Sampah organik, atau sampah basah yang terdiri dari atas daun-daunan, kayu, kertas, tulang, sisa-sisa makanan ternak, sayur, buah dan lain-lain
- (b) Sampah anorganik, atau sampah kering: yang terdiri atas kaleng, plastik, besi dan logam-logam lainnya, gelas, mika atau bahan-bahan, kadang kertas dimasukkan dalam kelompok ini.

Komposisi sampah juga dipengaruhi oleh beberapa faktor:

- Cuaca: Di daerah yang kandungannya airnya tinggi, kelembaban sampah juga akan cukup tinggi
- Frekuensi pengumpulan: Semakin sering sampah dikumpulkan maka semakin tinggi tumpukan sampah terbentuk. Tetapi sampah organik akan berkurang karena membusuk, dan yang akan terus bertambah adalah kertas dan sampah lainnya yang sulit terdegradasi
- Musim: Jenis sampah akan ditentukan oleh musim buah-buahan yang sedang berlangsung
- Tingkat sosial ekonomi: Daerah ekonomi tinggi pada umumnya menghasilkan total sampah yang terdiri atas bahan kaleng, kertas dan sebagainya
- Pendapatan perkapita: Masyarakat dan tingkat ekonomi lemah akan menghasilkan total sampah yang lebih sedikit dan homogen
- Kemasan produk: Kemasan produk bahan kebutuhan sehari-hari juga akan mempengaruhi. Negara maju seperti Amerika tambah banyak menggunakan kertas sebagai pengemas, sedangkan negara berkembang seperti Indonesia banyak menggunakan plastic sebagai pengemas.

2.2 Pengertian Lindi

Lindi (leachate atau air luruhan sampah) adalah cairan yang meresap melalui sampah dan mengandung unsur-unsur yang terlarut dan tersuspensi. Lindi ini termasuk salah satu bentuk pencemar lingkungan yang dihasilkan oleh timbunan sampah. Lindi akan terjadi apabila ada air eksternal yang berinfiltrasi ke dalam timbunan sampah, misalnya dari air permukaan, air hujan, air tanah atau sumber lain. Cairan tersebut kemudian mengisi rongga-rongga pada sampah, dan bila kapasitasnya telah melampaui kapasitas air dari sampah, maka cairan tersebut akan keluar dan mengekstrasi bahan organik dan anorganik hasil proses fisika, kimia dan biologis yang terjadi pada sampah. Hasil dari proses tersebut, maka biasanya lindi akan mengandung bahan- bahan organik terlarut serta ion-ion anorganik dalam konsentrasi yang tinggi (Tri Padmi Damanhuri, 1993).

Pada saat lindi mengalir dan mencapai air tanah maka kehadiran lindi dengan kandungan logam berat dan senyawa organik akan menurunkan kualitas air tanah di sekitarnya. Untuk menghindari hal tersebut perlu dipikirkan usaha-usaha yang dapat dilakukan untuk mencegah atau mengurangi dampak negatif lindi terhadap lingkungan.

2.2.1 Proses Pembentukan lindi

Sejak sampah berada dalam timbunan, maka mulailah terjadi proses dekomposisi yang ditandai oleh perubahan secara fisis, biologi dan kimiawi pada sampah. Proses yang terjadi antara lain:

- a. Penguraian biologis bahan organik secara aerob dan anaerob yang menghasilkan gas dan cairan.
- b. Oksidasi kimiawi .
- c. Pelepasan gas dari timbunan.
- d. Pergerakan cairan karena perbedaan tekanan.
- e. Pelarutan bahan organik dan anorganik oleh air dan lindi yang melewati timbunan sampah.
- f. Perpindahan materi terlarut karena gradien konsentrasi.
- g. Penurunan permukaan tanah yang disebabkan oleh pemadatan sampah yang mengisi ruang kosong pada timbunan.

Salah satu hasil dari rangkaian proses di atas adalah terbentuknya *leachate* 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 hasil 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 dimana *leaching* (proses terjadinya lindi) dan proses lainnya akan dihasilkan.

2.2.2 Kualitas dan Kuantitas lindi

Kualitaas dan Kuantitas *Leachate* 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 (NO₃-N)
5. Tracemetal seperti: Mangan (Mn), timah hitam, serta komponen mikrobiologi

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)

2.2.3 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 anerob 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.

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 gangguhan 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)

2.2.4 Pergerakan lindi di TPA

Lindi yang terdapat pada dasar *landfill* dapat bergerak secara horizontal/vertical tergantung dari karakteristik permeabilitas tanah. Selama pengaliran lindi dalam tanah, nilai koefisien permeabilitas akan menurun sesuai dengan waktu, karena reaksi yang memperkecil ukuran pori.

Partikel tanah dengan permukaan yang halus menyebabkan aliran lindi lebih lambat, karena koefisien permeabilitasnya 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 dalam tanah terisi oleh air, maka tanah tersebut dikatakan mencapai titik jenuh. Kemungkinan terjadi pengenceran lindi di dalam air tanah sangat kecil karena aliran tanah sifatnya laminar.

2.2.5 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.

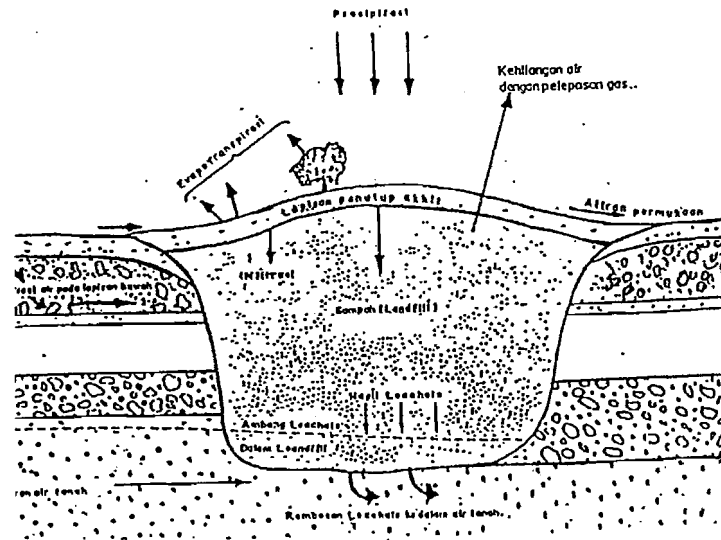
Pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas air menurun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan tidak lagi berfungsi sesuai peruntukannya.

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. untuk lebih jelasnya proses tersebut dapat di lihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.1 Perembesan lindi kedalam air tanah

Sumber: Chaatib, 198

2.3 Sumber dan Karakteristik Air Limbah

2.3.1 Pengertian Limbah

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.

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. (UU RI.No.23/97,1997 pasal 1).

2.3.2. Sumber Air Limbah

Air limbah domestik pada umumnya bersifat organis, yang memungkinkan tumbuhnya bakteri patogenik. penelitian ini dilakukan supaya pencemar yang mengancam kehidupan manusia dan lingkungan tidak terjadi dengan salah satu alternatif penurunan menggunakan elektrokoagulasi.

Jenis dan macam air limbah dikelompokkan berdasarkan sumber penghasilan atau penyebab air limbah yang secara umum terdiri dari:

1. Air buangan domestik

Limbah domestik adalah semua limbah yang berasal dari kamar mandi, WC, dapur, tempat cuci pakaian, apotek, rumah sakit, dan sebagainya. Secara kuantitatif limbah tadi terdiri atas zat organik, baik padat ataupun cair, bahan berbahaya dan beracun (B3), garam terlarut, lemak dan bakteri.

Secara lengkap sifat- sifat fisik air buangan domestik dapat dilihat pada tabel berikut:

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.
Buu	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. Air Buangan Non-Domestik

Limbah non domestik adalah limbah yang berasal dari pabrik, industri, pertanian, peternakan, perikanan, transportasi, dan sumber-sumber lain.

Limbah ini sangat bervariasi, lebih-lebih untuk limbah industri. Limbah pertanian biasanya terdiri atas bahan padat bekas tanaman yang bersifat organik, pestisida, bahan pupuk yang mengandung nitrogen, dan sebagainya.

3. Air Limbah Limpasan dan Rembesan Air Hujan

Air limbah yang melimpas di atas permukaan tanah dan meresap ke dalam tanah sebagai akibat terjadinya hujan.

2.3.3 Sifat-Sifat Air Limbah

Secara garis besar zat yang terdapat dalam air limbah adalah kandungan zat padat sebagai sifat fisik yang terdiri dari kekeruhan, warna, dan suhu. Warna air tergantung dari umurnya, semakin pekat warna air semakin lama umurnya sampai berwarna hitam.

Kekeruhan terjadi karena adanya zat padat sebab semakin keruh maka semakin tinggi konsentrasi zat padatnya. Bau tergantung dari umur, bau yang tajam mulai tercium setelah air buangan yang keluar dari sumbernya berumur 2 jam (dimulainya penguraian). Sifat Kimia pada air limbah adalah Kandungan bahan kimia yang terdapat pada air limbah dapat merugikan lingkungan. Bahan organik terlarut dapat menghabiskan oksigen dalam air limbah, serta menimbulkan rasa bau tak sedap dan berbahaya bila bahan tersebut unsur beracun. Dalam air limbah dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Bahan Organik

Zat padat tersebut merupakan bagian dari kelompok binatang, tumbuhan serta kegiatan manusia yang berhubungan dengan komponen bahan komponen organik tiruan. Pada umumnya bahan organik berisikan komposisi dari karbon, hidrogen, dan oksigen bersama-sama nitrogen, belerang, fosfor dan besi. Semakin banyak jumlah dan jenis bahan organik dalam air limbah akan pengolahan, sebab beberapa zat tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme.

2. Bahan Anorganik

Beberapa komponen organik dari air limbah merupakan komponen penting untuk pengawasan air yang ada di lingkungan. Kandungan bahan organik akan meningkat sejalan dan dipengaruhi oleh formasi biologis dan asal air buangan tersebut. Yang termasuk bahan organik adalah klorida, nitrogen, fosfor, dan mineral-mineral lainnya.

2.3.4 Karakteristik Air Limbah

Karakteristik air buangan dibedakan atas tiga karakteristik, yaitu:

1. Karakteristik Fisik

Karakteristik fisik meliputi derajat kekotoran air limbah yang dipengaruhi oleh adanya sifat fisik yang mudah terlihat. Adapun sifat fisik tersebut adalah kekeruhan, suhu, rasa, warna dan bau. Kekeruhan pada limbah disebabkan oleh zat pencemar yaitu suspended solid yang dapat mengganggu jalannya proses penjernihan pada air dan mengganggu struktur lapisan dasar tanah. Oleh karenanya suspended solid dalam limbah ini harus dihilangkan terlebih dahulu agar limbah tersebut aman bagi lingkungan.

2. Karakteristik Kimia

Karakteristik kimia terbagi tiga kategori, yaitu bahan organik, bahan anorganik dan gas-gas. Untuk bahan organik meliputi protein, karbohidrat, minyak, lemak, deterjen dan fenol. Untuk bahan anorganik meliputi derajat keasaman (pH), logam berat dan kesadahan.

3. Karakteristik Biologi

Karakteristik biologi limbah merupakan hal yang penting karena terdapat beribu-ribu bakteri mikroorganisme lain terdapat didalam air limbah yang belum diolah, Pengolahan terhadap senyawa ini perlu dilakukan sebelum air buangan tersebut memasuki badan air.

2.4 Parameter Penelitian:

Nitrat (NO_3^-) dan Nitrit (NO_2^-)

Nitrat dalam tanah dan air terbanyak dibuat oleh mikroorganisme dengan cara biologis. Nitrat dapat terbentuk karena tiga proses, yakni badai listrik, organisme pengikat nitrogen, dan bakteri yang menggunakan amoniak. Ketiganya tidak dibantu oleh manusia. Tetapi jika manusia membuang kotoran dalam air, maka proses ketiga akan meningkat, karena kotoran banyak mengandung amoniak. Pada penanganan polusi air, nitrifikasi adalah proses biologis yang akan mengoksidasi ion ammonium menjadi bentuk nitrit atau nitrat. Bahan organik yang mengandung unsure nitrogen bila mengalami oksidasi pada perlakuan penanganan limbah secara biologis maka akan menghasilkan ammonia dari persenyawaan yang terbentuk dan persenyawaan tersebut akan dijumpai dalam bentuk larutan.

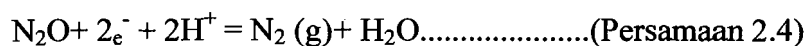
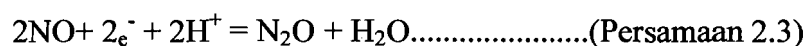
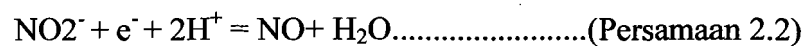
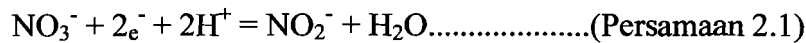
Nitrogen dalam bentuk ammonia dapat digunakan sebagai sumber nitrogen dan energi bagi bakteri pembentuk nitrit dan nitrat atau bakteri nitrifikasi. Beberapa jenis bakteri mampu menggunakan nitrat yang terbentuk sebagai penerima elektron seperti halnya oksigen. Untuk mereduksi nitrat dikenal dalam 2 jenis peruraian yaitu asimilasi dan desimilasi. Asimilasi adalah peruraian nitrat menjadi persenyawaan ammonia yang akan bereaksi menjadi molekul organik dan desimilasi adalah peruraian yang menghasilkan molekul nitrogen sebagai produksi akhir. Proses ini secara umum dikenal dengan denitrifikasi.

Denitrifikasi adalah proses reduksi nitrat dan nitrit dimana nitrat digunakan sebagai terminal hydrogen pada saat potensial oksigen rendah dalam limbah. Proses denitrifikasi yang biasa terjadi pada limbah dan juga tanah, laju kecepatan merupakan fungsi dari laju kecepatan respirasi mikroba, kadar oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroba dan ketersediaan nitrit dan nitrat pada substrat. Komposisi gas yang dihasilkan juga akan sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Produk akhir yang dihasilkan dari peruraian dan nitrat adalah gas nitrogen (N_2) atau (N_2O). Dalam proses anaerobik akan terjadi proses denitrifikasi yaitu nitrat (NO_3^-), sebagai elektron aseptor akan direduksi kedalam bentuk nitrogen, N_2O dan N_2 (gas). Langkah – langkah denitrifikasi yaitu Nitrat (NO_3^-) menjadi Nitrit (NO_2^-), Nitrous Okside

(N₂O), dan gas N₂. Bakteri yang berperan dalam proses ini yaitu *Proteobacteria* seperti *Pseudomonas*, *Alkaligenes*, *Paracoccus*, dan *Thiobacillus* (Rittman, 1997).

Selain itu dalam proses anaerobik juga terjadi proses fiksasi Nitrogen yaitu reduksi gas nitrogen (N₂) menjadi amoniak dimana yang berperan dalam proses ini adalah *cyanobacteria* (*Rizobiaceae*, *azotobacteraceae*, beberapa *bacillus* dan *clostridium spp*).

Reaksi denitrifikasi seperti pada persamaan berikut ini:



Reaksi fiksasi Nitrogen seperti pada persamaan berikut ini:



Sehingga dari kedua reaksi tersebut dalam proses anaerobik akan menurunkan konsentrasasi nitrat dan akan menghasilkan amonium.

Sumber nitrat sukar dilacak disungai atau didanau. Karena merupakan nutrien, nitrat mempercepat tumbuh plankton. Nitrat dapat menurunkan oksigen terlarut, menurunkan populasi ikan, bau busuk, rasa tidak enak dan kurang enak untuk rekreasi.

Penelitian terhadap nitrit menunjukkan jumlah zat nitrogen yang hanya sebagian saja mengalami oksidasi. Dengan demikian nitrit merupakan suatu tingkat peralihan dalam proses perubahan zat organik kedalam bentuk yang tetap. Nitrit, oleh karena itu, tidak dapat diketemukan dalam air limbah baru kecuali dalam jumlah kecil sekali, akan tetapi didalam air limbah yang sudah basi, nitrit dapat saja lebih unggul. Namun demikian, nitrit itu tidak tetap dan dapat merosot menjadi amoniak atau dioksidasikan menjadi nitrat; kehadiran mereka pada umumnya menunjukkan bahwa perubahan sedang berlangsung. Nitrogen nitrit jarang terjadi dalam konsentrasi-konsentrasi yang lebih besar dari 1 mg/l didalam air limbah dan selokan-selokan, tetapi apabila saringan kecil meluap atau apabila pengaturan pembagian air limbah salah, nitrit cenderung untuk meningkat, mungkin disebabkan karena oksidasi amoniak yang

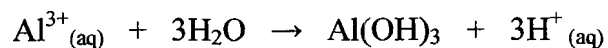
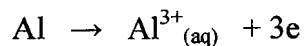
tidak lengkap atau karena menurunnya NO_3^- menjadi NO_2^- . Terdapatnya nitrit dengan demikian dapat menunjukkan adanya air limbah yang pembenahannya tidak sempurna. Nitrogen nitrit dapat diukur dalam jumlah-jumlah yang sedikit sekali yang menjadikan suatu ujicoba yang berguna untuk menunjukkan tentang adanya perubahan-perubahan yang sangat maju sementara perubahan sedang berlangsung. Tujuan pengolahan limbah cair adalah menurunkan kadar zat-zat yang terkandung dalam air limbah sampai memenuhi persyaratan effluent yang berlaku dan untuk melindungi kesehatan masyarakat (Djajadiningrat 1992). Air limbah pada 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 mikroorganisme aktif yang dapat menstabilisir air buangan yang bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan partikel *koloid* yang tidak terendapkan, dan penguraian zat organik oleh mikroorganisme menjadi zat-zat yang stabil (Djajadiningrat, 1992).

2.5 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 satunya terbuat dari aluminium. Dalam proses ini akan terjadi proses reaksi reduksi oksidasi, yang mengandung logam-logam akan direduksi dan diendapkan di kutub negative sedangkan elektroda positif (Al) akan teroksidasi menjadi $[\text{Al}(\text{OH})_3]$ yang berfungsi sebagai koagulan (Edi, H, 2005).

Reaksi pembentukan inti flok $[Al(OH)_3]$ sebagai hasil reaksi oksidasi aluminium:



Proses elektrokoagulasi memiliki kelebihan dan kekurangan dalam mengolah limbah cair. Adapun kelebihan adalah sebagai berikut:

1. Elektrokoagulasi memerlukan peralatan yang sederhana.
2. Elektrokoagulasi merupakan proses yang tidak menggunakan bahan kimia sehingga tidak memerlukan penetral, dan tidak ada kemungkinan terjadinya polusi.
3. Dapat memberikan efisiensi proses yang cukup tinggi untuk berbagai kondisi dikarenakan tidak dipengaruhi temperature, pH tanpa menggunakan bahan kimia tambahan.

Adapun kelemahan dari proses elektrokoagulasi yaitu tidak dapat digunakan untuk mengolah limbah cair yang mempunyai sifat elektrolit cukup tinggi dikarenakan akan terjadi hubungan singkat antar elektroda. 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.

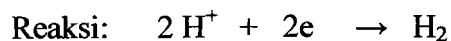
Reaksi kimia yang terjadi pada proses elektrokoagulasi yaitu reaksi reduksi oksidasi yaitu sebagai akibat adanya arus listrik (DC). Pada reaksi ini terjadi pergerakan dari ion-ion yaitu ion positif bergerak katoda yang bermuatan negatif dan ion-ion ini disebut kation (bermuatan positif) sedangkan ion-ion 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:

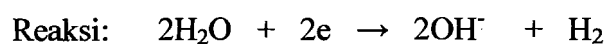
a. Reaksi pada katoda

Pada katoda 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.

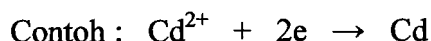
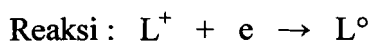


Dari daftar E° (deret potensial logam atau deret volta) maka akan diketahui bahwa reduksi terhadap air limbah lebih mudah berlangsung dari pada reduksi terhadap pelarutnya (air): K, Ba, Ca, Na, Mg, Al, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb, (H), Sb, Bi, Cu, Hg, Ag, Pt, Au.

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

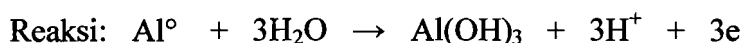
- a. Logam-logam yang terletak di sebelah kiri H memiliki E° negatif sedangkan logam-logam yang terletak di sebelah kanan H memiliki E° positif .
- b. Makin ke kanan letak suatu logam dalam deret volta, harga E° besar. Hal ini berarti bahwa logam-logam di sebelah kanan mudah mengalami reduksi serta sukar 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.
3. Jika larutan mengandung ion-ion logam lain maka ion-ion logam akan direduksi menjadi logamnya dan terdapat pada batang katoda.

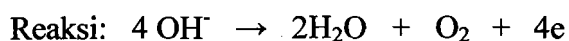


b. Reaksi pada anoda

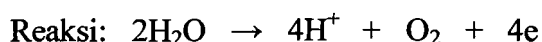
1. Anoda terbuat dari logam aluminium akan teroksidasi.



2. Ion OH^- dari basa akan mengalami oksidasi membentuk gas oksidasi (O_2).



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 (Lowenheim, 1978).

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 pertambahan floknya sendiri (Benny Chotib, 1998).

2.5.1 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 (ansory, 1978).

Elektroda dalam proses elektokoagulasi sangat penting, karena elektroda merupakan salah satu alat untuk menghantarkan atau menyampaikan arus listrik kedalamlarutan 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 (Danith, 1994).

2.5.2 Tembaga (Cu)

Tembaga dengan nama kimia cuprum dilambangkan dengan nama Cu. Unsur logam ini berbentuk kristal dengan warna kemerahan. Dalam table periodic 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 kulita yang berwarna hijau yaitu tembaga asam arang (platina).

Menurut Hartono dan Kaneko (1992), tembaga mempunyai sifat yang elektropositif (mulia), tembaga mudah diendapkan oleh logam yang daya hantar listriknya lebih tinggi.

2.5.3 Alumunium

Alumunium termasuk dalam periode ketiga dalam sistem yang masuk unsur logam dan termasuk kedalam III A.

Sifat-sifat alumunium menurut Sawyer (1978) adalah:

1. Sifat fisik
 - i. Berwarna keperakan
 - ii. Mempunyai kerapatan 2,7 gr/ml
 - iii. Titik leleh 660° C
 - iv. Titik didih 2.400° C
 - v. Merupakan penghantar listrik yang baik
 - vi. Tahan terhadap korosi.
2. Sifat kimia
 - a. Alumunium merupakan konduktor yang kuat dengan nilai potensial 1.66 volt.
 - b. Dalam bentuk bubuk, alumunium 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)

2.6 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 ekuivalen = $\frac{Ar}{n}$

i = arus dalam ampere

t = waktu dalam satuan detik

F = tetapan Faraday dimana 1 faraday = 96500 coulomb

i x t = arus dalam satuan coulomb

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

$\frac{W}{e}$ = gram ekuivalen (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:

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

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

2.7 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 hidrolik yang diharapkan cukup kecil dengan tujuan menghasilkan gerakan air yang mendorong kontak antar partikel tanpa menyebabkan pecahnya gabungan partikel yang telah terbentuk. (Masduqi dan Slamet, ITS 2002).

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.

2.8 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 (Tjokrokusumo, 1998).

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 (Agus Jatnika Efendi, 1996).

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:

o *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.

o *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.

- *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.

2.9 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:

★ **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.

★ **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*).

★ **Biological Action**

Proses ini hanya dapat terjadi pada filter saringan lambat. Suspensi-suspensi yang terdapat di dalam air mengandung organisme-organisme seperti alga dan plankton yang merupakan bahan makanan bagi jenis-jenis mikroorganisme tertentu. 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:

↳ **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.

↳ 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 garnest.

2.10 Hipotesa

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

Variasi waktu kontak dan kuat arus berpengaruh terhadap efisiensi penurunan kadar nitrat (NO_3^-) dan nitrit (NO_2^-) pada Lindi .

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan sampel yaitu di Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPA) Kota Yogyakarta terletak di Dusun Ngablak, Desa Sitimulyo, Kecamatan Piyungan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta dan sebagai tempat analisa sampel yaitu di Laboratorium Teknik Lingkungan, UII, Yogyakarta.

3.2. Obyek Penelitian

Air Lindi yang diambil dari Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPA) Kota Yogyakarta terletak di Dusun Ngablak, Desa Sitimulyo, Kecamatan Piyungan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, Sebagai obyek penelitiannya adalah Nitrat (NO_3^-) dan Nitrit (NO_2^-).

3.3. Waktu Penelitian

Waktu penelitian diawali dari studi lapangan, pembuatan proposal, pengambilan sampel, perlakuan sampel, pemeriksaan sampel, analisa data laboratorium sampai penyusunan laporan.

3.4 Parameter Penelitian dan Metode uji

Dalam penelitian ini parameter yang akan diperiksa yaitu Nitrat (NO_3^-) dan Nitrit (NO_2^-)

. Pada tabel 3.1 dapat dilihat parameter penelitian dan metode uji parameter.

No	Parameter	Metode uji
1	Nitrat (NO_3^-)	SNI M - 49 - 1990 - 03 Metode Spektrofotometer Secara Brusin Sulfanilat
2	Nitrit (NO_2^-)	SNI M - 53 - 1990 - 03 Metode Spektrofotometer Secara Asam Sulfanilat

Tabel 3.1 Parameter Penelitian dan Metode Uji

3.5. Variabel Penelitian

Variasi penelitian dalam penelitian meliputi:

1. Variabel bebas (*Independent Variable*) meliputi:

- a. Variasi kuat arus yaitu 1 ampere, dan 5 ampere.
 - b. Variasi waktu pengolahan yaitu 0 menit, 25 menit, 50 menit, 75menit, dan 100 menit
 - c. Tegangan pada saat peristiwa elektrokoagulasi adalah 10 volt.
2. Variabel terikat (*dependent Variable*)

Kadar Nitrat (NO_3^-) dan Nitrit (NO_2^-) dalam Lindi Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPA) yogyakarta.

3.6. Tahap penelitian

3.6.1. Bahan Penelitian

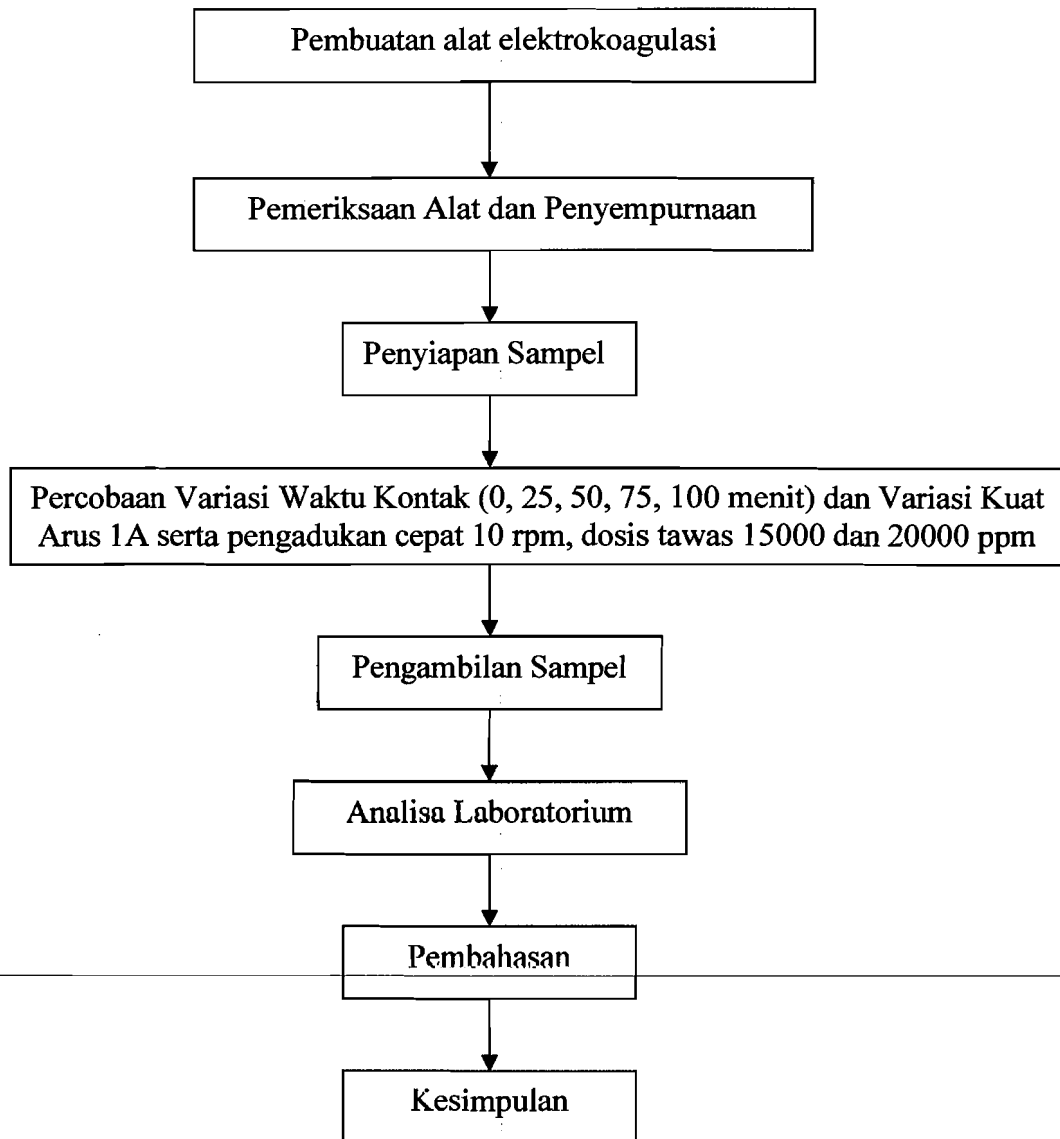
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah dari Air Lindi yang diambil dari Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPA) Kota Yogyakarta.

3.6.2. Alat yang digunakan dalam penelitian

1. Bak penampung air baku elektrokoagulasi
2. Bak elektrokoagulasi
3. Bak *baffle channel flocculator*
4. Bak sedimentasi
5. Bak Filtrasi
6. *Magnetic steerer barr*
7. Termometer
8. Kertas pH
9. Aerator
10. Stopwatch.
11. Gelas ukur 1000 ml
12. Jerigen 20 liter dan jerigen 10 liter
13. Adaptor
14. Batangan tembaga sebagai anoda dan alumunium sebagai katoda
15. Multimeter
16. Pipet 25 ml
17. Karet Hisap
18. Gayung

3.6.3 Tahap Pelaksanaan Penelitian

Tahap pelaksanaan penelitian adalah:



Gambar 3.1 Diagram Tahap Penelitian

3.7 Langkah Penelitian

3.7.1 Tahap Persiapan

1. Pengambilan sampel

Pengambilan sampel dilakukan di Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPA) Kota Yogyakarta, yang ditampung terlebih dahulu selama satu minggu agar mendapatkan limbah yang representatif di bak penampungan. Kemudian sebelum diambil limbah diaduk terlebih dahulu agar terjadi pencampuran yang merata, kemudian diambil dengan menggunakan gayung, air limbah dimasukkan ke dalam dirigen dengan gayung dan corong. Dirigen diisi penuh lalu dibawa untuk dilakukan penelitian.

3.7.2 Pembuatan Alat Elektrokoagulasi

Pembuatan alat elektrokoagulasi ini terdiri dari tiga komponen penting yaitu:

1. Bak elektrokoagulasi

Dimensi bak terdiri dari panjang 40 cm, lebar 30 cm, tinggi 40 cm. Bak ini terbuat dari gelas fiber dengan tebal 0,3 cm. Penelitian ini dilakukan dengan sistem aliran kontinyu.

2. Bak *Baffle Channel Flocculator*

Dimensi bak ini terdiri dari panjang 60 cm, lebar 40 cm, dan tinggi 40 cm. Bak ini terbuat dari kaca dengan ketebalan 0.4 cm.

3. Bak Sedimentasi

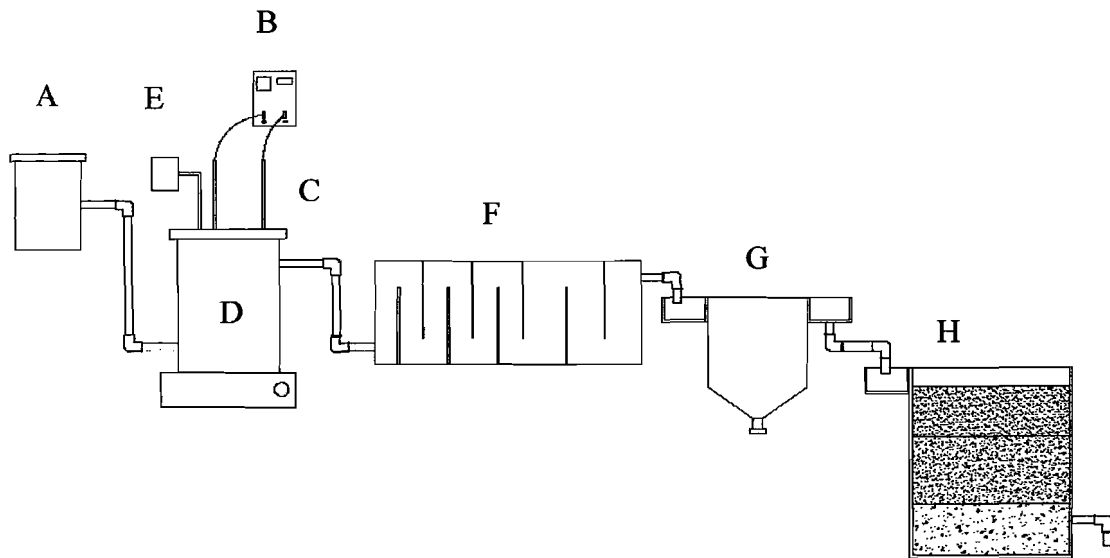
Dimensi bak terdiri dari panjang 40 cm, lebar 40 cm dan tinggi 40 cm. Bak ini terbuat dari fiber glass dengan tebal 0,3 cm.

4. Bak Filtrasi

Dimensi bak ini terdiri dari panjang 40 cm, lebar 20 cm, tinggi 80 cm. bak ini terbuat dari kaca dengan tebal 0.4 cm.

5. Elektroda katoda dan anoda

Pada penelitian ini digunakan variasi batangan elektroda yaitu pada anoda digunakan batangan tembaga dan katoda digunakan batangan aluminium.



Gambar 3.2 Rangkaian Desain Alat Elektrokoagulasi

Keterangan:

A. Bak Penampung

G. Bak sedimentasi

B. Adaptor

H. Bak Filtrasi

C. Bak Elektrokoagulasi

D. *Magnetic Steerer Bar*

E. Aerator

F. *Baffle Channel Flocculator*

3.7.3 Tahapan cara kerja

1. Tahapan pengoperasian alat dimulai dengan pemeriksaan bahwa semua rangkaian telah tersusun dengan benar
2. Rangkaian alat diperiksa kembali sebelum memulai proses pengolahan
3. Memasukkan limbah kedalam bak penampung sebanyak 34 liter dari volume bak sebesar 40 liter.

4. menghubungkan arus listrik secara selang-seling antara kutub positif pada anoda dan kutub negatif pada katoda dari adaptor.
 5. Hidupkan adaptor, diset pada tegangan 10 volt, dengan kuat arus 1 A.
 6. Hidupkan *magnetic steerer barr*, di set dengan kecepatan 10 rpm.
 7. Masukkan selang aerator ke dalam bak Elektrokoagulasi kemudian dihidupkan.
 8. Bak elektrokoagulasi diisi limbah yang akan diolah dengan cara membuka kran out-let pada bak penampung dengan debit 240 ml/menit untuk detensi waktu 25 menit, 50 menit, 75 menit, 100 menit dan penambahan tawas 15000 ppm.
 9. Setelah beberapa menit, limbah dialirkan ke bak *baffle channel flocculator*.
 10. Selang beberapa menit kemudian, air limbah dialirkan menuju ke bak sedimentasi.
 11. Mengambil sampel untuk pemeriksaan untuk 0 waktu dan 0 Ampere.
 12. Effluen hasil pengolahan 1 Ampere pada bak sedimentasi tersebut ditampung dalam botol plastik sebanyak 250 ml setelah waktu kontak 25 menit, 50 menit, 75 menit, 100 menit pada tegangan 10 volt dengan kecepatan pengadukan sebesar 10 rpm pada dosis tawas 15000 ppm dan diberi label.
 13. Untuk percobaan dengan dosis tawas 20000 ppm serta waktu kontaknya dilakukan dengan langkah yang sama seperti 15000 ppm.
 14. Air sampel diperiksa kadar nitrat dan nitrit.
-

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 $[\text{CuOH}]_3$ 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 hidrolis 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

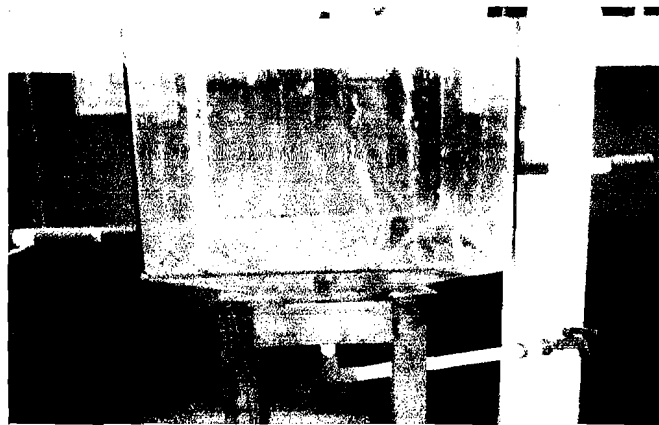
c. Bak Sedimentasi

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:

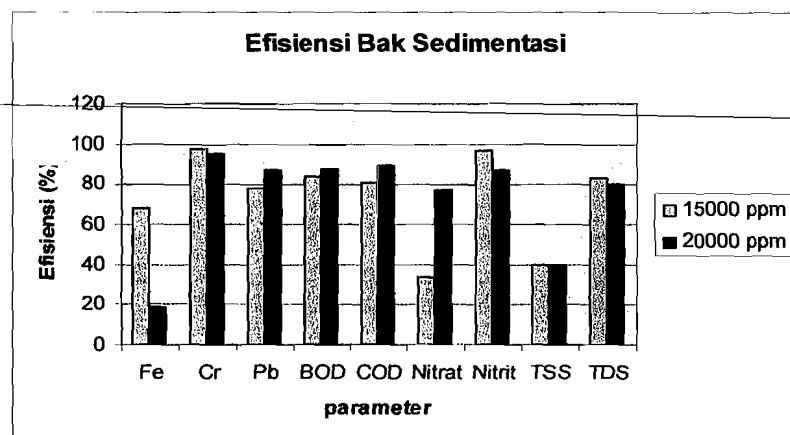
- ❖ Kecepatan yang mengendap partikel adalah jarak yang ditempuh partikel persatuan waktu.
- ❖ Beban permukaan adalah laju pergerakan cairan arah vertikal
- ❖ Efisiensi removal dari partikel diskrit yang memiliki ukuran, bentuk, densitas serta spesifik gravity yang sama tidak dipengaruhi oleh kedalaman,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

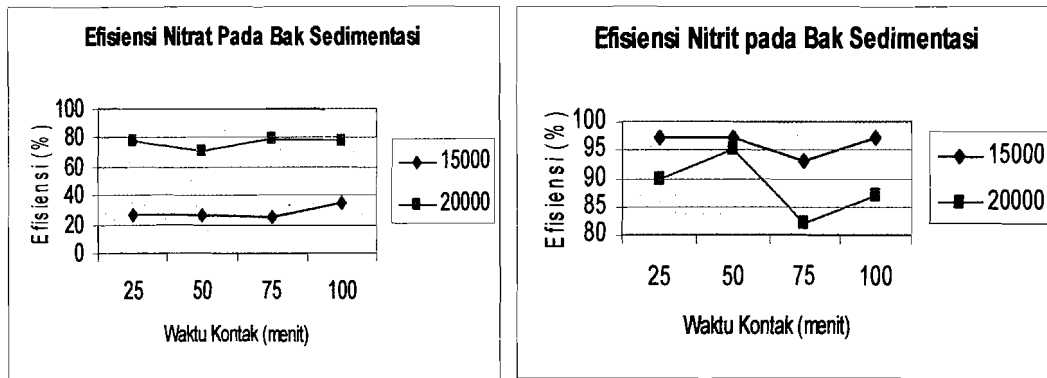


Gambar 4.3 Bak sedimentasi

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



Gambar 4.4 Efisiensi bak sedimentasi



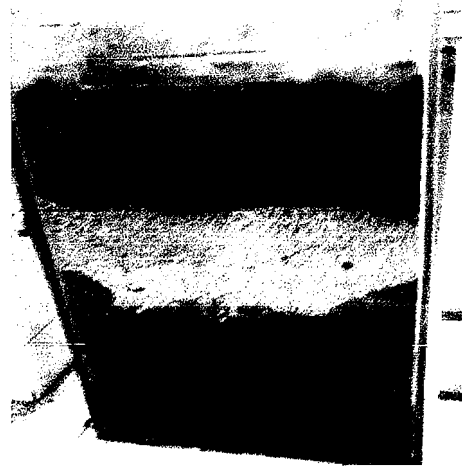
Gambar 4.5 Efisiensi nitrat dan nitrit pada bak sedimentasi dengan variasi waktu kontak terhadap variasi dosis tawas

Pada gambar 4.4 dan 4.5 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 nitrat dan nitrit efisiensi yang paling tinggi pada bak ini adalah nitrat sebesar 78,8% dengan koagulan 20000 ppm dan nitrit sebesar 97% dengan koagulan 15000 ppm, 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.

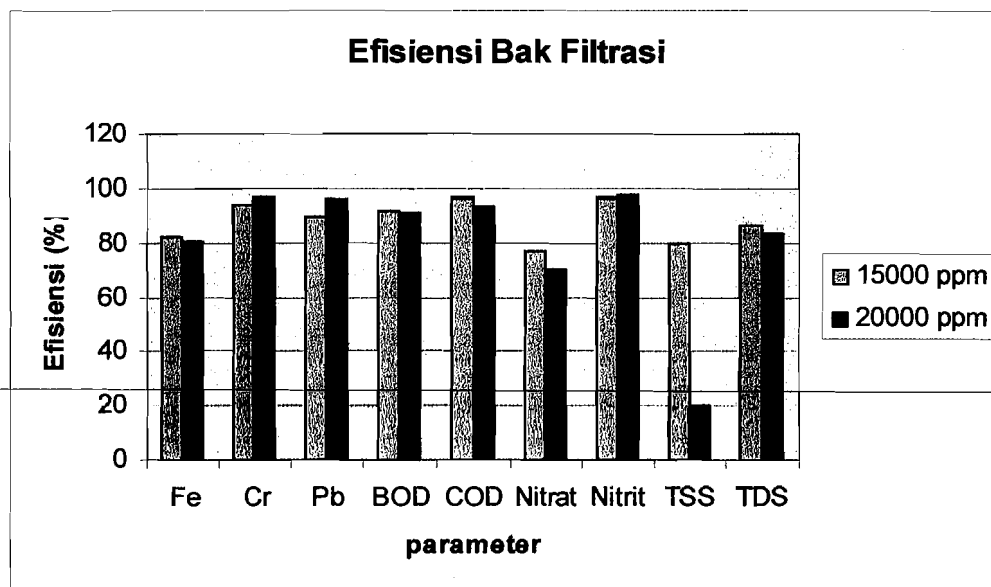
d. Bak Filtrasi

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.

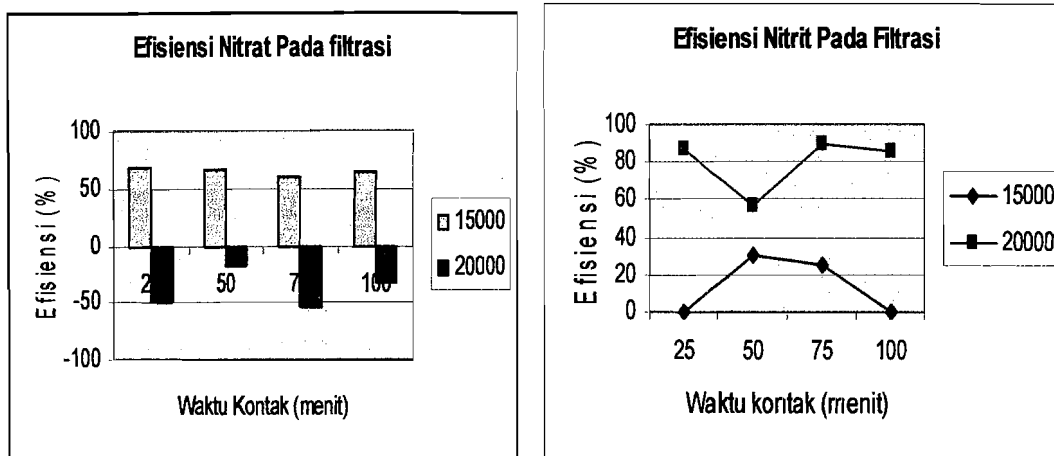


Gambar 4.6 Bak filtrasi

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 4.7 Efisiensi bak filtrasi



Gambar 4.8 Efisiensi nitrat dan nitrit pada bak filtrasi dengan variasi waktu kontak terhadap variasi dosis tawas

Pada gambar 4.7 dan 4.8 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 %. Penurunan nitrat dan nitrit efisiensi yang paling tinggi pada bak ini adalah nitrat sebesar 69% dengan koagulan 15000 ppm dan nitrit sebesar 89% dengan koagulan 20000 ppm, ini tidak semata dipengaruhi oleh bak ini tetapi penambahan koagulan serta proses elektrokoagulasi juga sangat mempengaruhi.

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 %.

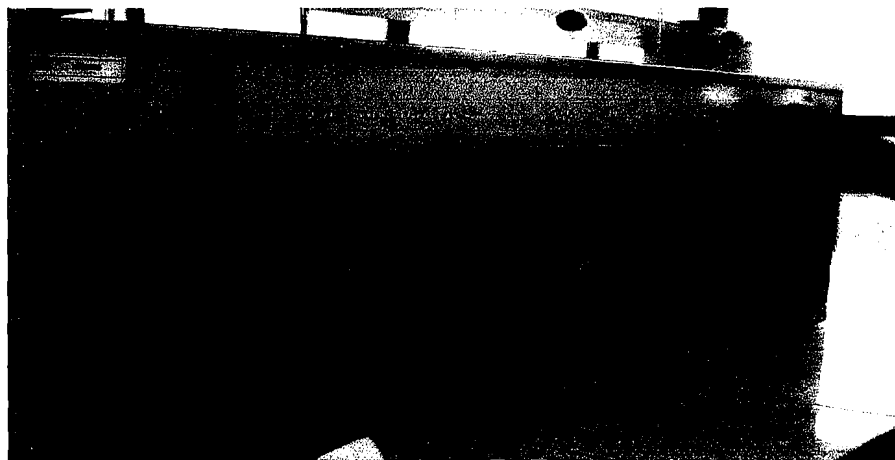
Ada beberapa hal yang dilakukan sebelum melakukan penelitian sesungguhnya. Pada penelitian ini dilakukan penelitian awal, hal ini dilakukan untuk mengetahui Jenis dan dosis koagulan, batangan elektroda dan waktu kontak yang tepat.

4.1.2 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 4.9 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.

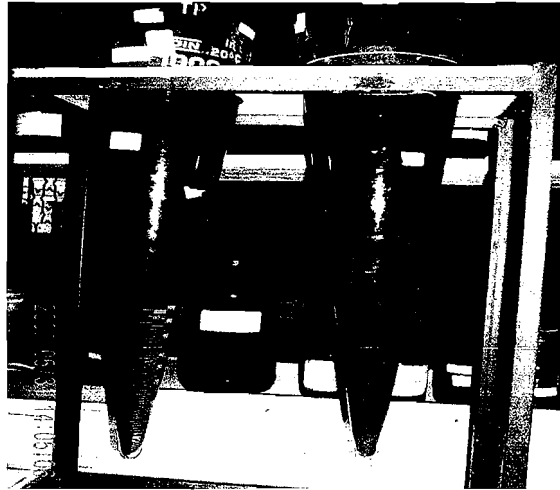


Gambar 4.10 Percobaan *jar test* dengan menggunakan tawas

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

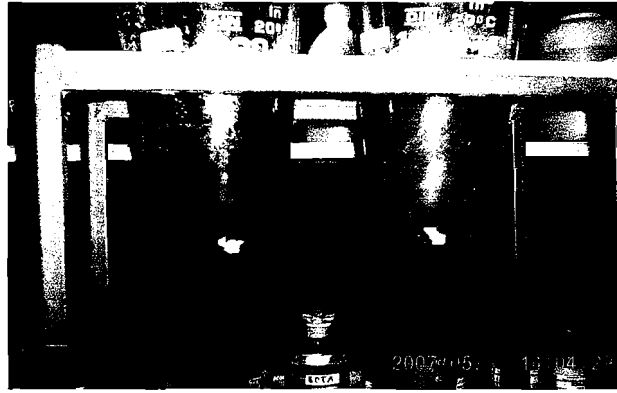




Gambar 4.11 Percobaan *jar test* dengan menggunakan Ferro sulfat

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 4.12 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

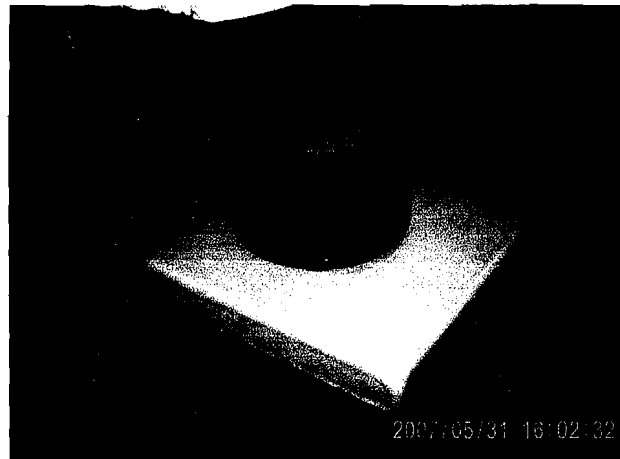
Parameter	Jar Test		
	Tawas (Al_2SO_4)	Ferro Sulfat ($FeSO_4$)	Ferro Sulfat ($FeSO_4$) + Kapur Tohor ($CaOH$)
pH	8	8	8
Suhu	27 °C	27 °C	27 °C
Warna	Agak Jernih	Kurang Jernih	Kurang Jernih
Waktu Pengendapan	30 menit	20 menit	25 menit

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 4.13 Percobaan elektrokoagulasi

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

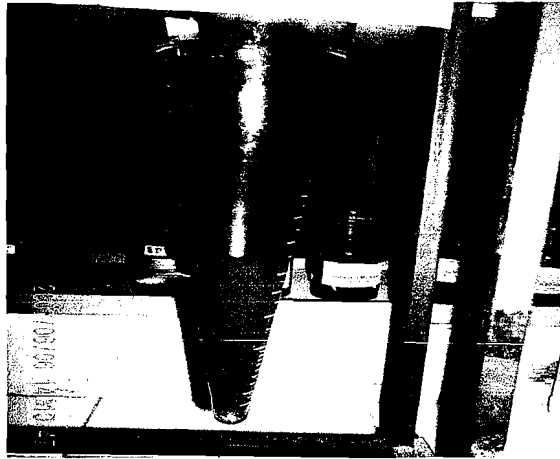
Ketiga percobaan ini dilakukan selama 20 menit, pada tegangan 40 volt. Langkah pertama yang dilakukan adalah mengambil air 500ml kemudian dimasukan kedalam *beaker glass* 1000 ml. Setelah itu letakkan diatas *magnetic steer barr* kemudian masukan *steer barr* ke dalam *beaker glass*. Celupkan batangan 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 4.14 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"

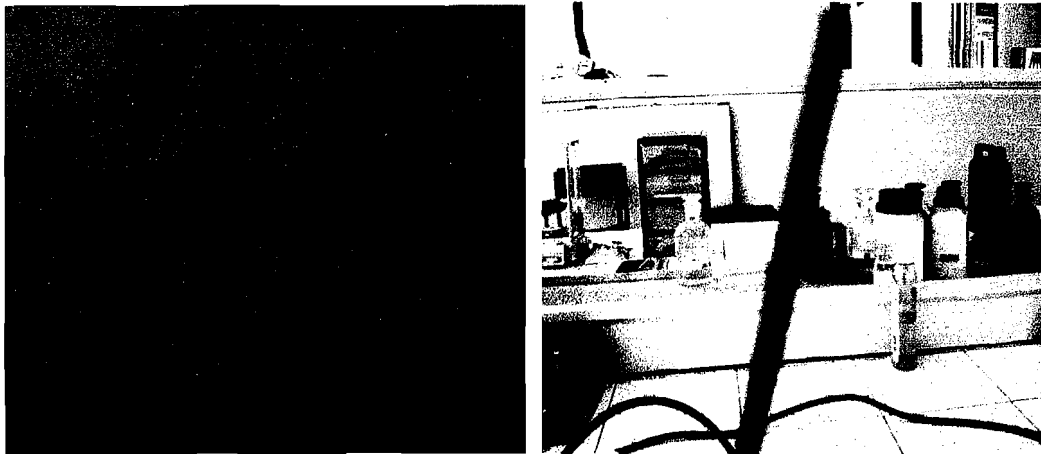
Tabel 4.2 Tabel percobaan elektrokoagulasi dengan variasi dosis tawas

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	41menit	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.

4.1.3 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 4.15 Batangan anoda dari tembaga dan katoda dari aluminium

4.1.4 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

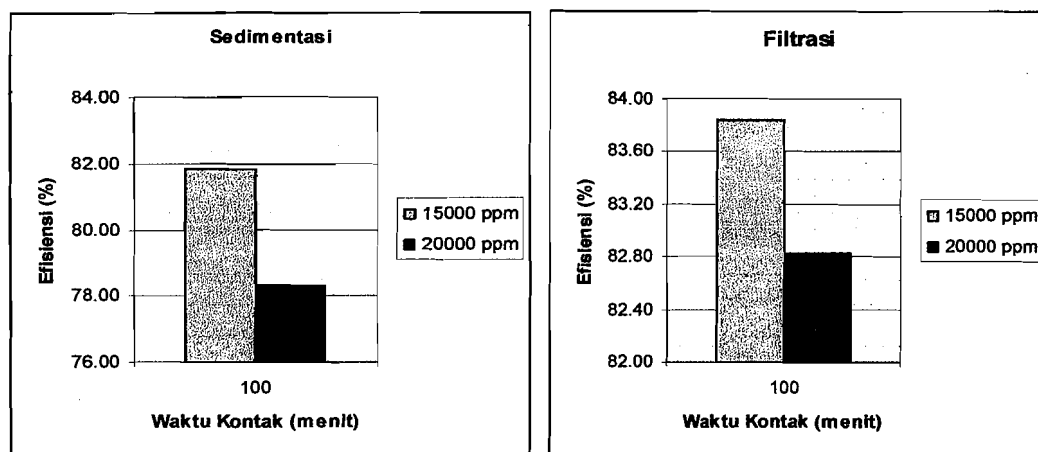
pH mempengaruhi toksisitas senyawa kimia. Mackereth *et al.* (1989) berpendapat bahwa pH juga berkaitan erat dengan karbondioksida dan alkalinitas. Toksisitas logam memperlihatkan peningkatan pada pH rendah (Novotny dan Olem dalam Effendi, 2003).

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.

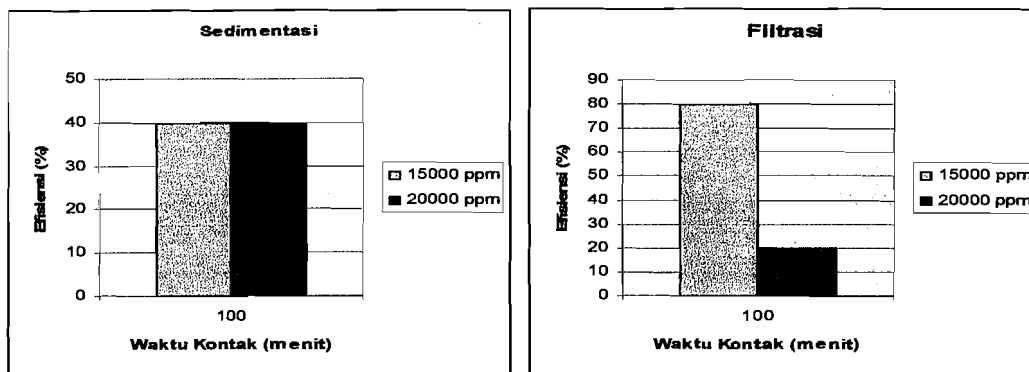


Gambar 4.16 Efisiensi DHL dengan variasi waktu kontak terhadap variasi dosis tawas

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 konsentrasi 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 4.17 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 turunya nilai TSS. Selain itu pada bak sedimentasi aliran limbah mempengaruhi nilai TSS karena jika aliran pada bak sedimentasi laminer 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 organik, dan zat padat tersuspensi dan koloidal seperti tanah liat, kwarts. Perbedaan utama antara kedua zat tersebut adalah ditentukan melalui ukuran/diameter partikel-partikel tersebut.

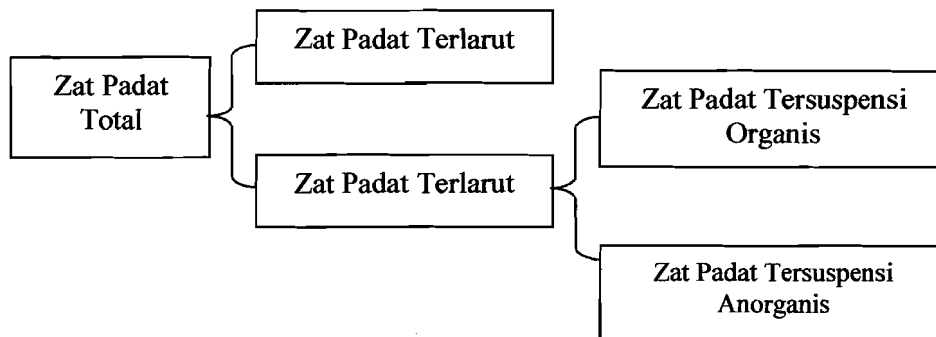
Analisa zat padat dalam air, sangat penting bagi penentuan komponen-komponen air secara lengkap, juga untuk perencanaan serta pengawasan proses-proses pengolahan data dalam bidang air minum maupun dalam bidang air buangan. Zat-zat padat yang berada dalam suspensi dapat dibedakan menurut ukurannya sebagai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

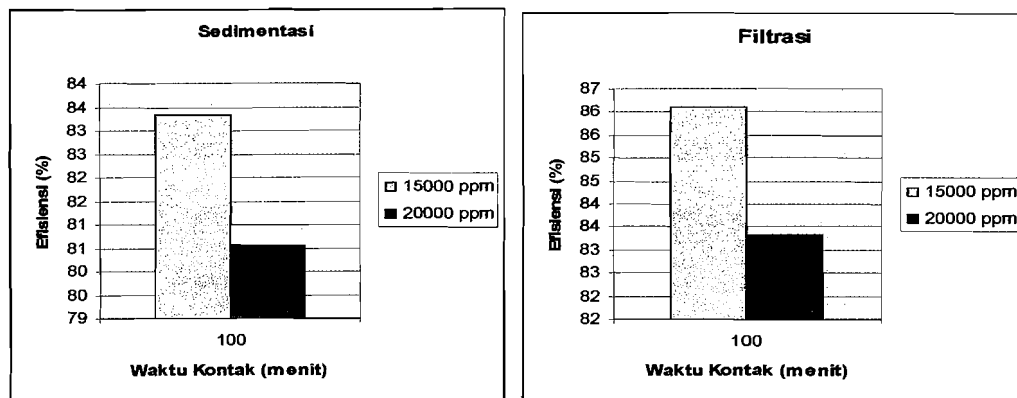


Gambar 4.18 Skema Zat Padat Total

Zat padat tersuspensi sendiri dapat diklasifikasikan sekali lagi menjadi antara lain zat padat terapung yang selalu bersifat organis dan zat padat terendap yang dapat bersifat organis dan inorganis. 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 4.19 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 mempengaruhi kecerahan dengan cara membatasi transmisi sinar matahari ke dalamnya (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: Alizarin, Indanthren dan Indigosol.

B. Zat warna yang berasal dari hewan

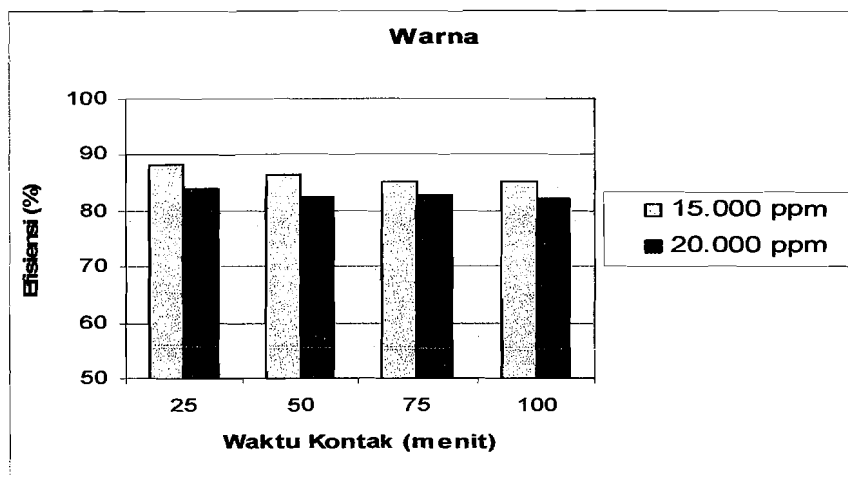
Jenis hewan yang biasa dijadikan zat warna misalnya: Kerang (Tyran Purple), Insekta (Coechikal) dan Insekta merah (Loe)

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 pII (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 4.20 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 sisa-sisa tumbuhan oleh bakteri.

Warna juga dapat menghambat penetrasi cahaya ke dalam air dan mengakibatkan terganggunya proses fotosintesis yang mengandung 50 warna. Air yang digunakan masyarakat umum diijinkan dengan kriteria bahwa air tersebut tidak lebih dari 75 unit warna (standar kobal-platinum), sedangkan yang disarankan tidak lebih dari 10 warna. Hal ini penting mengingat zat-zat warna banyak mengandung

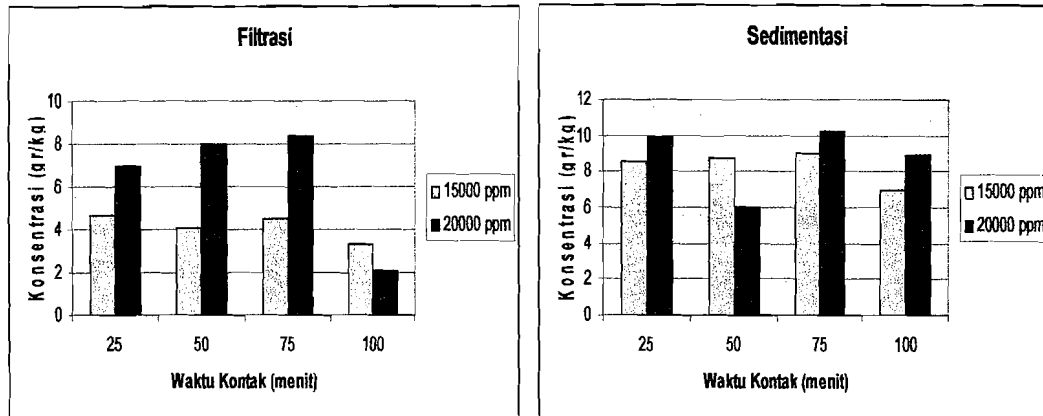
logam-logam berat yang bersifat toksis. Untuk kepentingan keindahan, warna air sebaiknya tidak melebihi dari 15 PtCo. Sumber air untuk kepentingan air minum sebaiknya memiliki nilai warna antara 5–50 PtCo. Perbedaan warna pada kolom air menunjukkan indikasi bahwa semakin dalam perairan, semakin tinggi nilai warna karena terlarutnya bahan organik yang terakumulasi di dasar perairan.

Warna perairan pada umumnya disebabkan oleh partikel koloid bermuatan negatif, sehingga penghilangan warna di perairan dapat dilakukan dengan penambahan koagulan yang bermuatan positif, misalnya aluminium dan besi (Sawyer dan McCarty, 1978).

4.2.6 Salinitas

Salinitas adalah konsentrasi total ion yang terdapat di perairan (Boyd, 1988 dalam Effendi, 2003). Salinitas (garam NaCl) menggambarkan padatan total di dalam air, setelah semua karbonat dikonversi menjadi oksida, semua bromida dan iodida diganti oleh klorida, dan semua bahan organik telah dioksidasi.

Berdasarkan hasil pemeriksaan awal air limbah lindi sebelum proses elektrokoagulasi dari parameter salinitas (garam NaCl) hasilnya sangat tinggi sehingga air limbah lindi menjadi kecoklatan dan dapat mencemari lingkungan. Hasil salinitas yang dihasilkan melebihi ambang batas. Proses penurunan dan kenaikan salinitas dengan menggunakan proses elektrokoagulasi, dengan adanya perubahan waktu kontak dan dosis koagulan maka akan berpengaruh terhadap terjadinya penurunan nilai konsentrasi salinitas dalam limbah cair leachate (lindi) yang terdapat pada tempat pembuangan akhir (TPA) Piyungan.



Gambar 4.21 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-gas lain juga berkurang dan meningkatnya salinitas sehingga kadar oksigen di laut cenderung lebih rendah daripada kadar oksigen di perairan tawar.

Tabel 4.3 Ringkasan Kualitas Air Hasil Dari Pengolahan dengan Proses Elektrokoagulasi untuk Parameter fisik

No.	Waktu Kontak	Parameter fisik							
		TDS	TSS	DHL / Tegangan	pH	DO	Suhu	Warna	Salinitas
1	Sampel Awal	0.36 ppm	0.05 ppm	0.198 S/m	8	96.67 ppm	27 °C	3800 PtCO	6,1 gr/kg
Koagulan tawas 15000 ppm									
2	25 mnt sedimentasi				7	8.7 ppm	26 °C	1191 PtCO	8,6 gr/kg
3	50 mnt sedimentasi				7	6.4 ppm	26 °C	1414 PtCO	8,7 gr/kg
4	75 mnt sedimentasi				7	7.9 ppm	27 °C	1418 PtCO	9,0 gr/kg
5	100 mnt sedimentasi	0.06 ppm	0.03 ppm	0.036 S/m	7	6.4 ppm	27 °C	1285 PtCO	7,0 gr/kg
6	25 mnt filtrasi				7	7.4 ppm	27 °C	453 PtCO	4,7 gr/kg
7	50 mnt filtrasi				7	7.2 ppm	27.5 °C	514 PtCO	4,1 gr/kg
8	75 mnt filtrasi				7	6.2 ppm	27.5 °C	561 PtCO	4,5 gr/kg
9	100 mnt filtrasi	0.05 ppm	0.01 ppm	0.03 S/m	7	6.2 ppm	28°C	563 PtCO	3,3 gr/kg
Koagulan tawas 20000 ppm									
10	25 mnt sedimentasi				7	13.4 pmm	26 °C	907 PtCO	10 gr/kg
11	50 mnt sedimentasi				7	13.04 ppm	26 °C	1094 PtCO	6,0 gr/kg
12	75 mnt sedimentasi				7	9.7 ppm	26 °C	1032 PtCO	10,2 gr/kg
13	100 mnt sedimentasi	0.07 ppm	0.03 ppm	0.04 S/m	7	9.4 ppm	27 °C	1136 PtCO	8,9 gr/kg
14	25 mnt filtrasi				7	10.2 ppm	27 °C	612 PtCO	7,0 gr/kg
15	50 mnt filtrasi				7	9.4 ppm	27 °C	665 PtCO	8,0 gr/kg
16	75 mnt filtrasi				7	9.7 ppm	27 °C	655 PtCO	8,4 gr/kg
17	100 mnt filtrasi	0.06 ppm	0.04 ppm	0.03 S/m	7	8.1 ppm	27 °C	675 PtCO	2,1 gr/kg

4.3. Konsentrasi Nitrat (NO_3^-) dan Nitrit (NO_2^-) dalam Limbah lindi TPA Piyungan

Penelitian ini dimulai dengan melakukan pengujian awal terhadap kandungan Nitrat (NO_3^-) dan Nitrit (NO_2^-) pada lindi TPA Piyungan yang berasal dari sampah-sampah dengan menggunakan bahan-bahan organik yang berbahaya. Tes Nitrat (NO_3^-) dan Nitrit (NO_2^-) digunakan untuk menentukan tingkat pencemar oleh senyawa organik yang dapat diuraikan oleh bakteri, pengukuran Nitrat (NO_3^-) terdiri dari pengenceran sampel, penambahan larutan kimia (NaCl, Asam sulfat dan Brusin-asam sulfanilat), panaskan diatas penangas air pada suhu tidak lebih 95°C selama 20 menit. Nitrat (NO_3^-) dianalisa dengan menggunakan Spektropotometer secara Brusin Sulfanilat. Analisis Nitrat (NO_3^-) cukup sulit, karena rumit dan peka terhadap jenis gangguan. Nitrat mewakili produk akhir dari pengoksidasi zat yang bersifat nitrogen. Jadi jumlah nitrat itu menunjukkan lajunya penambahan menuju oksidasi lengkap dan kemantapan. penentuan-penentuan nitrogen nitrat oleh karena itu adalah sangat penting dalam kaitanya dengan pembenahan air limbah dan sampah industri. Nitrat dapat diolah atau dihilangkan maupun dikurangi kadarnya dengan mengubahnya dalam bentuk gas melalui aerasi atau dapat juga diolah dengan cara oksidasi. Pengukuran Nitrit (NO_2^-) terdiri dari penyaringan sampel, pengenceran sampel, penambahan larutan kimia (Asam sulfanilat dan Neftil etilendiamin dihidroklorida). Nitrit (NO_2^-) dianalisa dengan menggunakan Spektropotometer secara Asam sulfanilat. Penelitian terhadap nitrit menunjukkan jumlah zat nitrogen yang hanya sebagian saja mengalami oksidasi. Dengan demikian nitrit merupakan suatu tingkat peralihan dalam proses perubahan zat organik kedalam bentuk yang tetap. Nitrit, oleh karena itu, tidak dapat diketemukan dalam air limbah baru kecuali dalam jumlah kecil sekali, akan tetapi didalam air limbah yang sudah basi, nitrit dapat saja lebih unggul. Namun demikian, nitrit itu tidak tetap dan dapat merosot menjadi amoniak atau dioksidasikan menjadi nitrat. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh koagulan, kuat arus dan waktu kontak dalam pengolahan yang menggunakan metode elektrokoagulasi sedimentasi dan filtrasi serta mengetahui tingkat efisiensi penurunan

kadar Nitrat (NO_3^-) dan Nitrit (NO_2^-) yang terkandung dalam Lindi setelah melalui proses elektrokoagulasi.

Konsentrasi awal Nitrat (NO_3^-) dan Nitrit (NO_2^-) dalam limbah lindi TPA Piyungan dapat dilihat pada tabel 5.1 dan 5.2 dibawah ini:

Tabel 4.4 Konsentrasi Nitrat (NO_3^-) dan Nitrit (NO_2^-)

No.	Konsentrasi Nitrat (NO_3^-) dan Nitrit (NO_2^-) awal (mg/L)	Metode
1.	9,41	SNI M – 49– 1990 – 03 Metode Spektrofotometer Secara Brusin Sulfanilat
2.	1,48	SNI M – 53 – 1990 – 03 Metode Spektrofotometer Secara Asam Sulfanilat

Sumber: Data Primer 2007

Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa kualitas air limbah lindi TPA Piyungan untuk parameter nitrat (NO_3^-) sudah memenuhi syarat untuk dapat dibuang ke badan air karena konsentrasinya dibawah ambang batas sebesar 20 mg/L dan parameter nitrit (NO_2^-) belum memenuhi syarat untuk dapat dibuang ke badan air karena masih diatas ambang batas sebesar 0,06 mg/L dari Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air Baku Mutu Golongan IV.

Pada penelitian ini digunakan metode elektrokoagulasi yang mana elektrokoagulasi ini diharapkan mampu menurunkan konsentrasi nitrat (NO_3^-) dan nitrit (NO_2^-) pada lindi. Dalam penelitian ini menggunakan tawas dengan konsentrasi yang bervariasi yaitu sebesar 15000 ppm dan 20000 ppm. Penambahan tawas ini dimaksudkan untuk menurunkan kandungan TSS, kekeruhan dan warna. Dalam penelitian ini digunakan aerator sebagai penyuplai oksigen, yang mana juga diharapkan dari aerator ini terjadi penurunan pH. Sebagai pengaduk lambatnya,

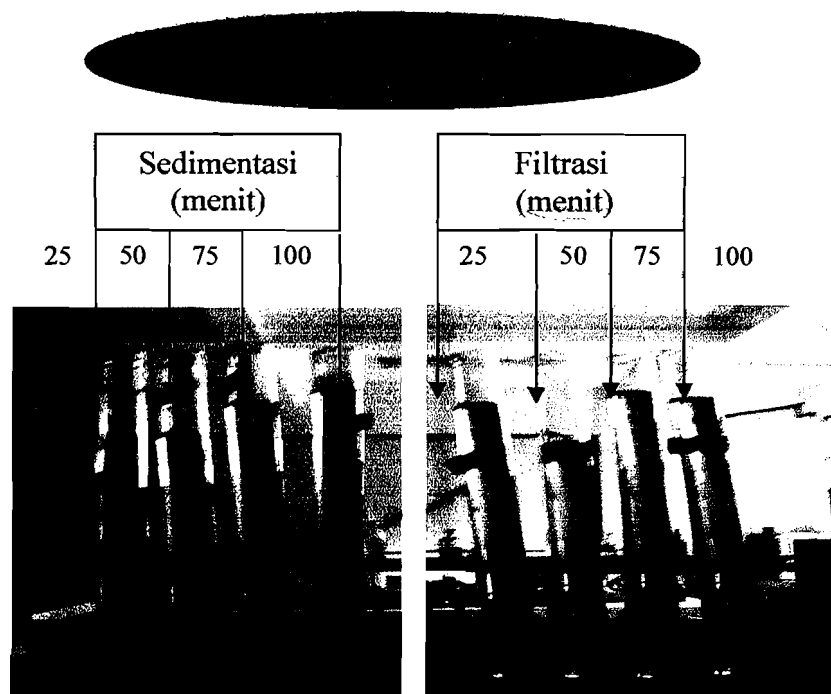
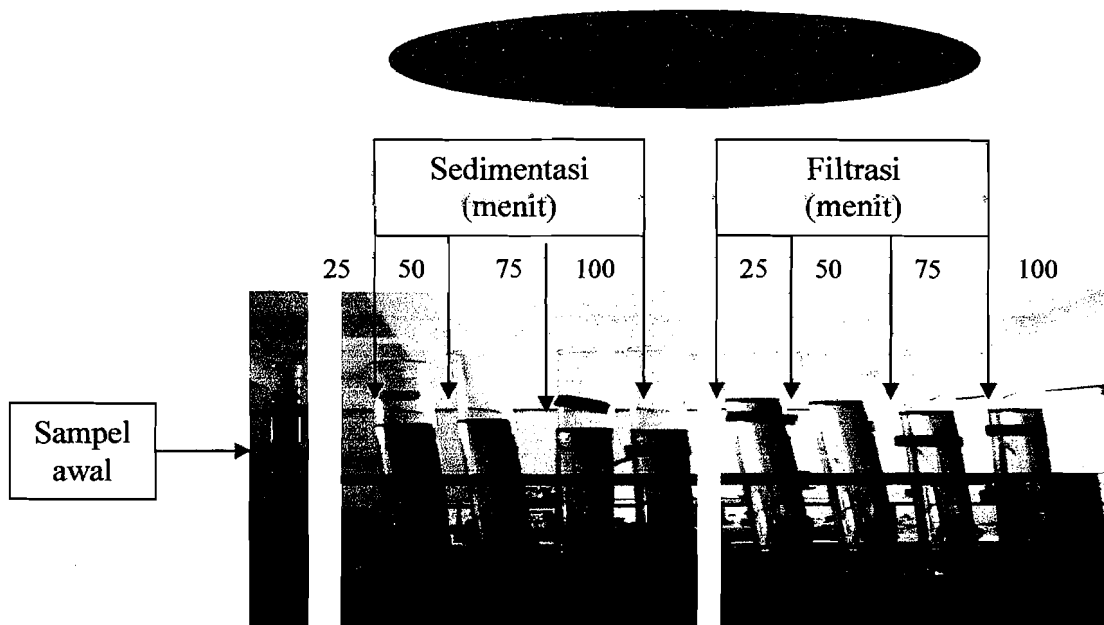
digunakan *Baffle Chanell Flocculator*, yang bertujuan untuk menghasilkan gerakan air secara perlahan sehingga terjadi kontak antar partikel untuk membentuk gabungan partikel berukuran besar. Selanjutnya digunakan juga bak sedimentasi yang berfungsi sebagai bak pengendap flok hasil koagulasi-flokulasi, khususnya sebelum disaring dengan filter cepat. Sebagai pengolahan selanjutnya digunakan bak filtrasi berfungsi untuk menyaring air hasil dari proses koagulasi-flokulasi-sedimentasi.

4.3.1 Dosis koagulan tawas 15000 dan 20000 ppm

Pada penelitian ini digunakan aluminium sulfat (tawas) sebagai koagulan. Penggunaan tawas sebagai koagulan disini didasarkan pada penelitian awal, dengan melakukan berbagai percobaan disimpulkan bahwa tawas memiliki keunggulan di bandingkan berbagai koagulan lainnya. Antara lain didasarkan atas nilai ekonomisnya yang murah dibanding PAC, Ferro sulfat, dan kapur tohor. Selain itu, hasil dari penggunaan tawas dengan variasi dosis yang diberikan memberikan hasil lebih bagus dibandingkan koagulan yang lain berupa warna secara visual lebih jernih, walaupun waktu pengendapannya lebih lama dibandingkan koagulan lain. 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.

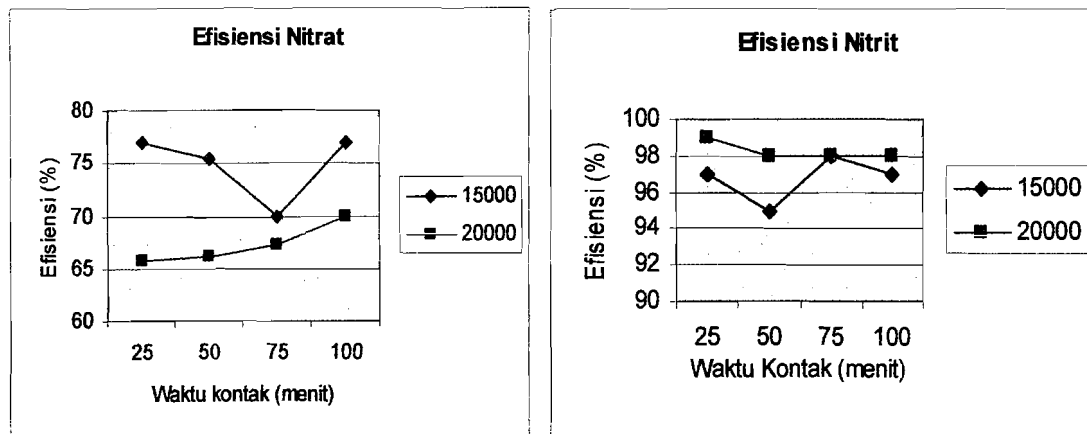
Berikut ini hasil pengujian konsentrasi nitrat (NO_3^-) dan nitrit (NO_2^-) pada 15000 dan 20000 ppm tawas terhadap waktu kontak yakni dilakukan secara kontinue

dan pemakaian dosis tawas 15000 dan 20000 ppm ini karena didapat kesimpulan dari keseluruhan percobaan elektrokoagulasi menggunakan aerator, perubahan warna yang dihasilkan lebih jernih dari percobaan sebelumnya, seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.22 Lindi hasil proses elektrokoagulasi a). dosis tawas 15000 dan b). 20000 ppm

4.3.2 Efisiensi konsentrasi nitrat (NO_3^-) dan nitrit (NO_2^-) pada unit proses Elektrokoagulasi.



Gambar 4.23 Efisiensi nitrat (NO_3^-) dan nitrit (NO_2^-) pada dosis tawas 15000 dan 20000 ppm

Dari gambar diatas dapat dilihat efisiensi penurunan konsentrasi nitrat (NO_3^-) pada outlet unit proses elektrokoagulasi. Pada dosis tawas 15000 ppm, efisiensi paling tinggi terjadi pada waktu kontak 100 menit dan 25 menit efisiensinya sama yaitu sebesar 77 %, sedangkan efisiensi paling rendah pada waktu kontak 75 menit efisiensinya sebesar 70 %. Pada dosis tawas 20000 ppm, efisiensi paling tinggi terjadi pada waktu kontak 100 menit efisiensinya 69,9%, sedangkan efisiensi paling rendah pada waktu kontak 25 menit efisiensinya adalah 65,7%. Efisiensi penurunan konsentrasi nitrit (NO_2^-). Pada dosis tawas 15000 ppm, efisiensi paling tinggi terjadi pada waktu kontak 75 menit sebesar 98 %, sedangkan efisiensi paling rendah pada waktu kontak 50 menit sebesar 95 %. Pada dosis tawas 20000 ppm, efisiensi paling tinggi terjadi pada waktu kontak 25 menit efisiensinya adalah 99%, 50 menit, 75 menit dan 100 menit efisiensinya sama yaitu sebesar 98%. Walaupun penurunan konsentrasi bervariasi, tetapi penurunan konsentrasi ini merupakan penurunan yang cukup 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.

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh dari penelitian ini terjadinya penurunan konsentrasi nitrat (NO_3^-) dan nitrit (NO_2^-) dipengaruhi oleh beberapa hal seperti yang akan dijelaskan di bawah ini.

Unit elektrokoagulasi adalah bagian dari elektrokimia yang dapat mendestabilisasikan agen-agen pencemar yang dapat di reduksi (Jaemin Song *et al*, 2000). 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.

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.

1. Elektroda

Pada penelitian ini digunakan variasi batangan tembaga sebagai kutub positif (anoda), dan batangan aluminium sebagai kutub negatif (katoda). Pemilihan elektroda ini didasarkan pada deret volta atau deret potensial redoks, karena hal ini sangat mempengaruhi proses elektrokoagulasi. Logam Cu sebagai elektroda positif dipilih karena logam Cu sukar mengalami oksidasi, sedangkan logam Al bila dibandingkan dengan deret volta berada sebelah kiri, ini berarti logam Al lebih mudah mengalami oksidasi, sehingga memiliki kekurangan dibandingkan dengan logam Cu dalam hal korosi.

Proses elektrokoagulasi yang merupakan penggabungan proses elektrolisis dan koagulasi, fenomena-fenomena yang terjadi pada proses elektrokoagulasi ini dapat dijabarkan dengan reaksi dibawah ini:

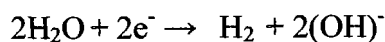
1. Pada permukaan elektroda positif (anoda)



2. Sekitar elektroda



3. Pada permukaan elektroda negatif (katoda)



Dari reaksi diatas pada permukaan elektroda positif, Cu akan melepaskan elektronnya menjadi Cu^{2+} sebagai akibat dari peristiwa oksidasi. Cu^{2+} akan mengikat OH^- membentuk $\text{Cu}(\text{OH})_2$. Oleh karena itu terbentuknya $\text{Cu}(\text{OH})_2$ dalam proses elektrokoagulasi tersebut berfungsi sebagai koagulan. (Babu *et al*, 2006).

Koagulasi dan Flokulasi merupakan suatu metode pengolahan limbah secara kimia. Tujuannya untuk mengurangi konsentrasi zat pencemar seperti nitrat dan nitrit dalam limbah melalui proses pemisahan kotoran-kotoran halus (partikel-partikel yang tersuspensi dan koloid) yang menyebabkan warna dan kekeruhan dalam air limbah dengan penambahan koagulan.

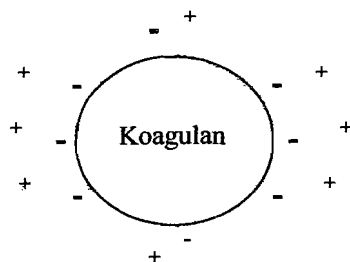
Teori ini didasarkan pada kenyataan bahwa untuk mengkoagulasi partikel-partikel koloid dalam air, kestabilan suspensi koloid harus dihancurkan terlebih dahulu. Stabilisasi koloid banyak disebabkan karena muatan listrik yang dimiliki partikel koloid. Muatan listrik koloid dapat diperoleh dari:

- adsorpsi selektif ion-ion dalam larutan oleh partikel koloid.
- ionisasi dari partikel koloid itu sendiri misalnya protein.

Ion-ion positif ataupun 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 lapisan sekunder tidak sebanyak lapisan primer, sehingga lapisan ini kurang kuat diikat dari pada 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 diluar 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 menjadi partikel-partikel tarik menarik dan menjadi satu membentuk materi yang lebih besar.



Gambar 4.24 Lapisan ganda listrik partikel koloid

Keterangan:

+ = ion positif sebagai lapisan primer

- = ion negatif sebagai lapisan sekunder (NO_3^- dan NO_2^-)

Koagulan = $\text{Cu}(\text{OH})_2$ dan Tawas (Al_2SO_4)

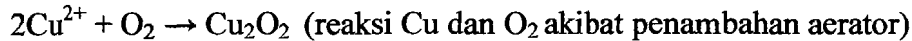
Kestabilan suspensi koloid tergantung pada kesetimbangan antara gaya tarik menarik kovalen dan tolak menolak elektrostatis antar partikel. (Alex Raharjo, 1993).

2. Aerasi

Pada gambar 4.20 terlihat grafik efisiensi nitrat (NO_3^-) dan nitrit (NO_2^-) yang berfluktuatif, hal ini bisa dijelaskan seperti berikut ini. Pada saat percobaan, dilakukan penambahan alat aerator, hal ini bisa bermanfaat juga bisa merugikan. Manfaat penambahan aerator ini adalah untuk meningkatkan kandungan oksigen kedalam air, yang bertujuan agar O_2 diudara dapat bereaksi dengan kation yang ada dalam air limbah dan tujuan aerasi ini yakni menurunkan konsentrasi materi-materi penyebab rasa dan bau, menghilangkan senyawa-senyawa pengganggu, misalnya menghilangkan hidrogen sulfida sebelum klorinasi dan menghilangkan carbon dioksida sebelum pelunakan sehingga terjadi perubahan warna pada limbah dari warna hitam menjadi coklat berkarat.

Aerator juga bisa merugikan, karena O_2 yang dihasilkan akan mengikat ion Cu membentuk Cu_2O_2 , hal ini akan mempengaruhi kinerja $\text{Cu}(\text{OH})_2$ sebagai salah satu koagulan sehingga senyawa $\text{Cu}(\text{OH})_2$ akan terganggu. Kedepannya perlu

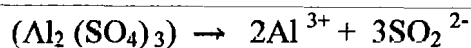
diperhatikan tenaga aerator yang diperlukan sehingga tidak sampai mempengaruhi kinerja $\text{Cu}(\text{OH})_2$.



3. Koagulan Tawas

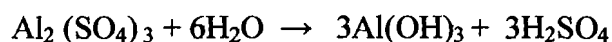
Dosis koagulan tawas disini bervariasi yaitu sebesar 15000 ppm dan 20000 ppm. Penambahan tawas akan semakin meningkatkan reduksi nitrat dan nitrit. Karena penambahan koagulan tawas ini adalah bagian dari peristiwa koagulasi. Prinsip kerjanya sama seperti yang dijelaskan sebelumnya pada koagulan $\text{Cu}(\text{OH})_2$ yang terbentuk dari proses elektrokoagulasi. Koagulasi yang terjadi dengan penambahan tawas akan menghasilkan asam. Sehingga dapat dikatakan bahwa pembentukan endapan tersebut di pengaruhi oleh kondisi pH. 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. Oleh karena itu dalam proses elektrokoagulasi diperlukan turbulensi yang cukup tinggi untuk meratakan koagulan keseluruhan bagian zat cair dan memungkinkan terbentuknya inti-inti flok. Didalam tawas terjadi reaksi:

1. Reaksi Penguraian (Disosiasi)



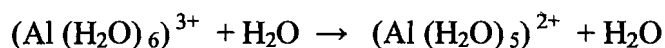
Al^{3+} berperan sebagai elektrolit positif pada destabilisasi koloid sehingga Al^{3+} akan terdifusi didalam koloid membentuk muatan didalam koloid tersebut.

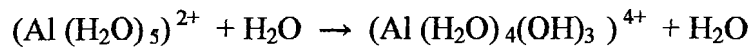
2. Reaksi Hidrolisa



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

3. Reaksi Polimerisasi Ion Kompleks





$(\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH})_3)^{4+}$ merupakan jembatan antar partikel.

Ion Al^{3+} berperan sebagai elektrolit positif dalam destabilisasi partikel koloid. Senyawa $\text{Al}(\text{OH})_3$ dalam bentuk presipitat berfungsi sebagai inti jonjot, sedangkan ion kompleks $(\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH})_3)^{4+}$ akan berfungsi sebagai jembatan antar partikel. (Degreemont, 1991).

Prinsip proses yang terjadi pada kerja elektrokoagulasi secara umum sama seperti teori double layer yaitu pembentukan flokulasi partikel bersifat adsorpsi dimana $\text{Cu}(\text{OH})_2$ dan tawas sebagai koagulan pada elektrokoagulasi bermuatan positif akan menyerap ion-ion negatif pada lindi seperti nitrat dan nitrit dan membentuk flok. Pada teori double layer lingkaran terdalam akan diisi oleh koagulan bermuatan positif dan akan menyerap ion-ion negatif yang terletak pada lingkaran lebih luar, ion-ion lain yang terdapat pada limbah yang bermuatan positif seperti logam berat akan teradsorpsi oleh senyawa organik yang bermuatan negatif akan tetapi ion logam berat sangat sedikit sekali pengaruhnya terhadap pembentukan koagulan yang dapat membantu penurunan nitrat dan nitrit.

Tereduksinya nitrat dan nitrit dari 9,41 ppm dan 1,48 menjadi 2,15 ppm dan 0,02 ppm, atau sebesar 77% dan 99%, ini dipengaruhi oleh koagulan yang dihasilkan dari batangan anoda yaitu ion-ion Cu yang terlepas menjadi ion Cu^{2+} , yang berikatan dengan ion OH^- membentuk $\text{Cu}(\text{OH})_2$, koagulan tawas serta adanya aerasi seperti yang telah dijelaskan sebelumnya.

Berdasarkan data diatas, konsentrasi outlet nitrat dan nitrit bila didasarkan pada Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengolahan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air Baku Mutu Golongan IV bisa dikatakan nitrat dan nitrit hasil proses ini sudah memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan yaitu nitrat sebesar 20 ppm dan nitrit sebesar 0,06 ppm.

4. Kuat Arus dan Waktu Kontak

Turunnya konsentrasi nitrat dan nitrit juga dipengaruhi oleh kuat arus dan waktu kontak, tetapi pada penelitian yang dilakukan, nilai kuat arus tidak digunakan. Pada gambar 4.23 efisiensi penurunan nitrat dan nitrit dapat dilihat, efisiensi

penurunan nitrat paling tinggi pada waktu kontak 25 menit sebesar 77 % dengan dosis tawas 15000 ppm, sedangkan efisiensi paling rendah terjadi pada waktu kontak 25 menit sebesar 65,7 % dengan dosis tawas 20000. Ini menunjukkan bahwa dengan waktu kontak 25 menit dan dosis koagulan 15000 ppm efisiensi penurunan konsentrasi nitrat tersebut lebih bagus serta lebih ekonomis dalam penggunaan koagulan dan menghemat energi dalam pemakaian listrik. Dari gambar 4.23 efisiensi penurunan nitrit dapat dilihat efisiensi paling tinggi pada waktu kontak 25 menit sebesar 99 % dengan dosis tawas 20000 ppm, sedangkan efisiensi paling rendah terjadi pada waktu kontak 50 menit sebesar 95 % dengan dosis tawas 15000 ppm. Ini menunjukkan bahwa dengan variasi waktu kontak 25 menit dan dosis koagulan 20000 ppm efisiensi penurunan konsentrasi nitrit tersebut lebih bagus serta lebih hemat energi dalam pemakaian listrik.

Adapun penurunan konsentrasi nitrat (NO_3^-) dan nitrit (NO_2^-) dalam hal ini tidak hanya karena proses elektrokoagulasi namun banyak hal yang mempengaruhi dalam penurunannya diantaranya parameter-parameter seperti Warna: Dari hasil penelitian kita ketahui kadar warna 3800 PtCO yakni termasuk tinggi dan warna tersebut bisa kita simpulkan berasal dari zat organik berarti nitrat (NO_3^-) dan nitrit (NO_2^-) yang terkandung dalam limbah tersebut tinggi. TSS: Dari hasil penelitian kadar TSS sebesar 0.05 ppm yakni kadar TSS nya termasuk rendah sehingga konsentrasi DO atau Oksigen terlarutnya rendah karena tidak mendapat suplai oksigen dan menyebabkan konsentrasi nitrat (NO_3^-) dan nitrit (NO_2^-) juga rendah. TDS: Dari hasil penelitian kadar TDS sebesar 0.36 ppm yakni kadar TDS termasuk rendah sehingga nitrat (NO_3^-) dan nitrit (NO_2^-) dapat dikatakan rendah tapi kalau didalam proses elektrokoagulasi terdapat bahan kimia maka nitrat (NO_3^-) dan nitrit (NO_2^-) bisa tinggi dan semakin banyak mikroorganisme atau senyawa-senyawa kimia, semakin banyak logam yang terkandung dalam proses elektrokoagulasi, Daya Hantar Listrik (DHL) nya tinggi dan hambatan atau resistensinya rendah.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pemeriksaan laboratorium perhitungan efisiensi penurunan kadar Nitrat (NO_3^-) dan Nitrit (NO_2^-) dalam lindi TPA Piyungan setelah pengolahan dengan menggunakan Proses Elektrokoagulasi dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Turunnya konsentrasi nitrat dan nitrit dipengaruhi oleh kuat arus dan waktu kontak, tetapi pada penelitian yang dilakukan, nilai kuat arus tidak digunakan. Efisiensi penurunan nitrat paling tinggi terjadi pada waktu kontak 25 menit sebesar 77 % dan efisiensi penurunan nitrit paling tinggi pada waktu kontak 25 menit sebesar 99 %.
2. Efisiensi Nitrat (NO_3^-) pada bagian output paling tinggi terjadi pada dosis tawas 15000 ppm dengan waktu kontak 25 menit sebesar 77% sedangkan efisiensi paling rendah terjadi pada dosis tawas 20000 ppm dengan waktu kontak 25 menit sebesar 65,7 %.
3. Efisiensi Nitrit (NO_2^-) pada bagian output paling tinggi terjadi pada dosis tawas 20000 ppm dengan waktu kontak 25 menit sebesar 99 % sedangkan efisiensi paling rendah terjadi pada dosis tawas 15000 ppm dengan waktu kontak 50 menit sebesar 95 %.
4. Efluen hasil elektrokoagulasi bila didasarkan pada baku mutu kualitas air golongan IV PP. No. 82 Tahun 2001 nilai konsentrasi nitrat (NO_3^-) dan nitrit (NO_2^-) sudah memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan nitrat (NO_3^-) sebesar 20 mg/l. dan nitrit (NO_2^-) sebesar 0.06 mg/l.
5. Logam Cu sebagai elektroda positif dipilih karena logam Cu sukar mengalami oksidasi, sedangkan logam Al bila dibandingkan dengan deret volta berada sebelah kiri, ini berarti logam Al lebih mudah mengalami oksidasi, sehingga memiliki kekurangan dibandingkan dengan logam Cu.

6. Pada batangan anoda akan melepaskan ion $\text{Cu}^{3+}/\text{Cu}^{2+}$ untuk mendestabilisasi koloid dan katoda akan melepaskan gas hidrogen menyebabkan partikel yang terdestabilisasi dalam bentuk flok akan mengapung ke atas.
7. Didalam proses elektrokoagulasi terjadi reaksi dimana Cu akan melepaskan elektronnya menjadi Cu^{2+} sebagai akibat dari peristiwa oksidasi. Cu^{2+} akan mengikat OH^- membentuk $\text{Cu}(\text{OH})_2$. Oleh karena itu terbentuknya $\text{Cu}(\text{OH})_2$ dalam proses elektrokoagulasi tersebut akan menjadi koagulan yang dapat menurunkan konsentrasi nitrat dan nitrit.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diajukan saran sebagai berikut:

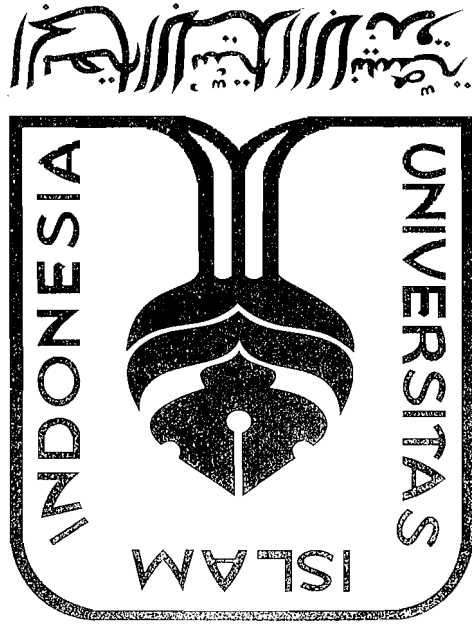
1. Kelemahan dari proses elektrokoagulasi ini adalah pada batangan anoda yang bilamana dialiri listrik akan mengalami korosi akibat mudah teroksidasi, untuk itu pada penelitian selanjutnya perlu dicari alternatif pengganti batangan anoda yang susah mengalami oksidasi sehingga tidak mudah korosi.
2. Pada penelitian yang dilakukan, nilai kuat arus tidak dapat ditentukan karena kerusakan alat adaptor, untuk itu bagi penelitian selanjutnya perlu diperhatikan dan dipersiapkan alat-alat yang akan digunakan.
3. Dalam melakukan sampling perlu di pertimbangkan teknik pengambilan sampling yang langsung dari reaktor, agar kedepannya tidak lagi terjadi kurang cermatnya analisa akibat dari kesalahan pengambilan sampel.
4. Perlu dilakukan pemeriksaan terlebih dahulu terhadap reactor sebelum melakukan penelitian untuk memastikan aliran yang terjadi dalam reactor sudah kontinyu.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts G, dan S. Santika., 1984, " *Metode Penelitian Air*", Usaha Nasional, Surabaya.
- Alex Raharjo, 1993. *Teknologi Penjernihan Air, Perkembangan Teknik Koagulasi* PT. Perintis Anugerah & Ciptatama Water treatment Chemical. Jakarta
- Anonimus, 1990, "Peraturan Mentri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416 / MENKES / PER / IX / 1990 " Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- Anonimus, 2001, " Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air", Jakarta.
- A.S. Koparal, U. B. Ogotveren, *Removal of nitrate from water by elektrodeposition and elektrokoagulation*. J, Hazar. Mater. B89 (2002) 83-84.
- Chen Y. K, 1975. *Mechanism Of Leachate Formation In Sanitari Landfill*, Ann Arbor Science, Michigan.
- Cotton, F dan Geoffry Wilkinson. 1989. *Kimia Anorganik Dasar*. Jakarta: UIP
- Djajadiningrat. H.1992, " *Pengendalian Pencemaran Limbah Industry*", Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP.ITB
- Effendi, H. 2003, " *Telaah Kualitas Air* " ,Penerbit kanisius, yogyakarta.
- Fardiaz, S. 1992, " *Polusi Air Dan Udara* " ,PAU Pangan Dan Gizi, I Bogor.
- Gintings, P, 1992, " *Mencegah dan Mengendalikan Pencemaran Industri*", Pustaka Sinar Harapan, Jakarta.

- Gordon M. Fair, Jhon C. Geyer, dan Danil A. Okum, 1968, "*Weste and Wastewater Engenerring*", Volume 2 Jhon willey and Sons Inc. New York.
- Johanes H, 1978, "*Listrik Dan Magnet*", Balai Pustaka, Jakarta.
- Jenie dan Rahayu, 1993, " *Penanganan Limbah Industri Pangan*", Kanisius, Jogjakarta.
- Joko, Bowo, 2000, "*Teknik Pengolahan Limbah Secara Biologi* " ,Teknik Lingkungan ITS, Surabaya.
- Kristanto, P.2002. *Ekologi Industri*. Andi. Yogyakarta.
- L. J. Xu,* B. W. Sheldon,†,2 D. K. Larick,‡ and R. E. Carawan, *Recovery and Utilization of Useful By-Products from Egg Processing Wastewater by Electrocoagulation, Praxair, Inc., Burr Ridge, Illinois 60521; and †Departments of Poultry Science and ‡Food Science, North Carolina State University, USA*
- Mahida U.N, 1984, *Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah industri*" ,Rajawali, Jakarta
- Masduqi, Ali, dkk. 2002. *Satuan Operasi Untuk Pengolahan Air*, Jurusan Teknik Lingkungan FTSP Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Mehmet Ugurlu, *The Removal Of Some Inorganic Compounds From Paper Mill Effluents By The Electrocoagulation Method*, Faculty of Science and Education. Muğla University 48000,TURKEY
- Metcalf, and Eddy, 2003, *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*, 4th Edition, McGraw-Hill, New York.

- Peter K. Holt, Geoffrey W. Barton, Cynthia A. Mitchell, 2006 *The future for electrocoagulation as a localised water treatment technology*, Department of Chemical Engineering, University of Sydney, NSW, Sydney, Australia.
- Qasim, Syed R., Edward M., Motley., 2000 “ *Water work design Engineering: Planning, Design and operation*”, New Jersey: Prentice Hall, Guang Zhui
- Riyadi. Slamet, 1984, “ *Pencemaran Air*” ,Karya Anda, Surabaya
- R. Ramesh Babu, N.S. Bhadrinarayana, K.M.Meera Sheriffa Begum*, N.Anantharaman, 2006, *Treatment Of Tannery Wastewater By Electrocoagulation, Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*, 42, 2, 2007, 201-206.
- Soemirat,J, 1994, “ *Kesehatan Lingkungan*”, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Sugiharto,1987, ”*Dasa- dasar Pengolahan Air Limbah*”, cetakan pertama, UI Press, Jakarta
- Tjou Koli Nem, 1988, “*Chemistry for Environmental Engineering* ”, Mc.Graw Hill Book Company, New york USA.
-
- V.O. Abramov, O.V. Abramov, V.M. Kuznetsov, *Ultrasonic intensification of electrochemical destruction of 1,3-dinitrobenzene and 2,4_dinitrotoluene with ozone and electrocoagulation of azo-dyes, Kurnakov Institute of General and Inorganic Chemistry*
- Wardhana, 1995, ” *Dampak Pencemaran Lingkungan*”, Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.



KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO.	NAMA	NO.MHS	PRODI
1	Wahni Andesgur	03513044	Teknik Lingkungan
2			

JUDUL TUGAS AKHIR: Penurunan Kadar Nitrat (No3) dan Nitrit (No2) Pada Lindi (leachate) dengan Metode Elektrokogulasi Menggunakan Elektroda Aluminium

PERIODE Genap

TAHUN AKADEMIK 2006/2007

Bulan ke

No	Kegiatan	Apr	Mei	Jun	Juli	Agst	Sept
1	Pendaftaran						
2	Perenwan Dosen						
3	Pembimbing						
4	Pembuatan Proposal						
5	Seminar proposal						
6	Konsultasi Revisi						
7	Pendaftaran						

DOSEN PEMBIMBING I
 DOSEN PEMBIMBING II
 DOSEN PEMBIMBING III



Capaian

Sampai

Shahar

Universitas

Kepala Kantor
 Wakil Kepala

Tanggal

LAMP IRAN 1

Tabel Efisiensi Nitrat dan nitrit

Tabel 1. Efisiensi penurunan konsentrasi Nitrat (NO_3^-) pada outlet proses elektrokoagulasi

Waktu kontak	Konsentrasi Nitrat (NO_3^-)		Efisiensi (%)		
	inlet	outlet		15000 ppm	20000 ppm
		15000 ppm	20000 ppm		
25 menit	9,41	2,15	3,23	77	65,7
50 menit		2,31	3,18	75,4	66,12
75 menit		2,83	3,08	70	67,3
100 menit		2,15	2,84	77	69,9

Sumber : Data Primer 2007

Tabel 2. Efisiensi penurunan konsentrasi Nitrit (NO_2^-) pada outlet proses elektrokoagulasi

Waktu kontak	Konsentrasi Nitrit (NO_2^-)		Efisiensi (%)		
	inlet	outlet		15000 ppm	20000 ppm
		15000 ppm	20000 ppm		
25 menit	1,48	0,04	0,02	97	99
50 menit		0,07	0,03	95	98
75 menit		0,03	0,03	98	98
100 menit		0,04	0,03	97	98

Sumber : Data Primer 2007

Tabel 3. Efisiensi penurunan konsentrasi Nitrat (NO_3^-) pada unit sedimentasi

Waktu kontak	Konsentrasi Nitrat (NO_3^-)		Efisiensi (%)		
	inlet	outlet		15000 ppm	20000 ppm
		15000 ppm	20000 ppm		
25 menit	9,41	6,99	2,16	25,7	77
50 menit		6,98	2,71	25,9	71,3
75 menit		7,04	1,99	25,2	78,8
100 menit		6,21	2,15	34,1	77,2

Sumber : Data Primer 2007

Tabel 4. Efisiensi penurunan konsentrasi Nitrit (NO_2^-) pada unit sedimentasi

Waktu kontak	Konsentrasi Nitrit (NO_2^-)		Efisiensi (%)		
	inlet	outlet		15000 ppm	20000 ppm
		15000 ppm	20000 ppm		
25 menit	1,48	0,04	0,15	97	90
50 menit		0,04	0,07	97	95,3
75 menit		0,10	0,27	93	82
100 menit		0,04	0,20	97	87

Sumber : Data Primer 2007

Tabel 5. Efisiensi penurunan konsentrasi Nitrat (NO_3^-) pada unit filtrasi

Waktu kontak	Konsentrasi Nitrat (NO_3^-)				Efisiensi (%)	
	inlet		outlet		15000 ppm	20000 ppm
	15000 ppm	20000 ppm	15000 ppm	20000 ppm		
25 menit	6,99	2,16	2,15	3,23	69	-50
50 menit	6,98	2,71	2,31	3,18	67	-17
75 menit	7,04	1,99	2,83	3,08	60	-54
100 menit	6,21	2,15	2,15	2,84	65	-32

Sumber : Data Primer 2007

Tabel 6. Efisiensi penurunan konsentrasi Nitrit (NO_2^-) pada unit filtrasi

Waktu kontak	Konsentrasi Nitrit (NO_2^-)				Efisiensi (%)	
	inlet		outlet		15000 ppm	20000 ppm
	15000 ppm	20000 ppm	15000 ppm	20000 ppm		
25 menit	0,04	0,15	0,04	0,02	0	87
50 menit	0,04	0,07	0,07	0,03	30	57
75 menit	0,10	0,27	0,03	0,03	25	89
100 menit	0,04	0,20	0,04	0,03	0	85

Sumber : Data Primer 2007

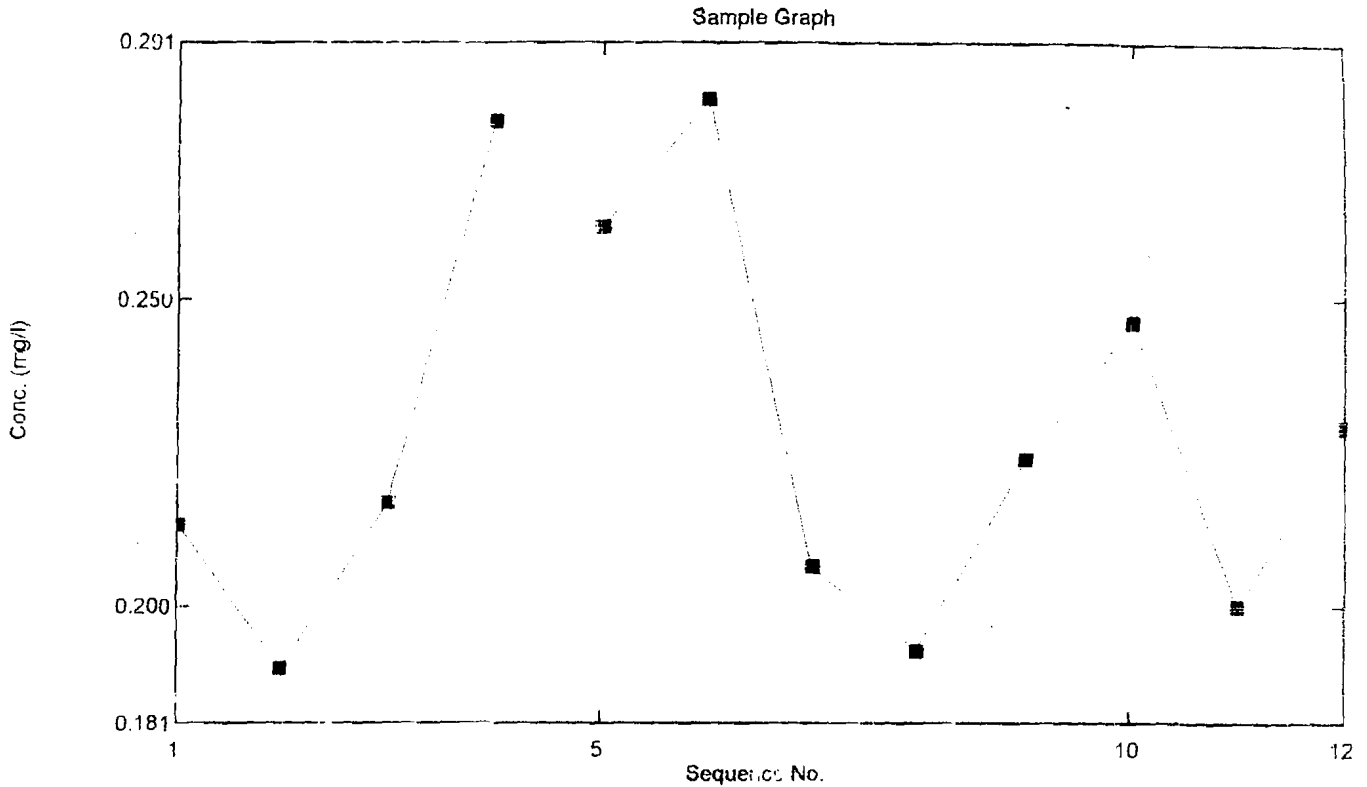
Hasil Pengujian Laboratorium

LAMP IRAN 2

Sample Table Report

07/03/2007 02:12:00 AM

File Name: F:\Andes\20000 Sedimentasi.pho



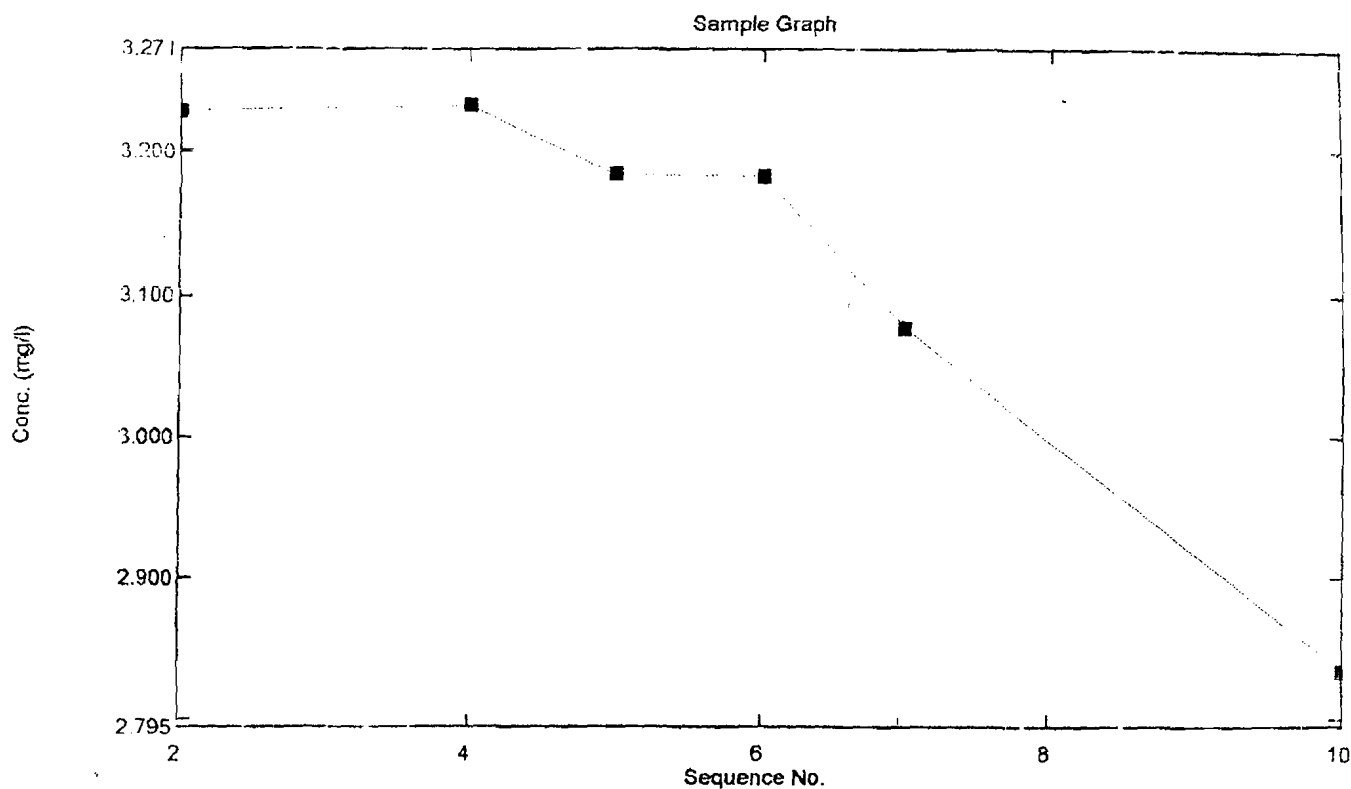
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL410.0	Comments
1	25' S. 1	Unknown		0.214	0.079	10x P
2	25' S. 2	Unknown		0.190	0.074	
3	25' S. 3	Unknown		0.217	0.080	
4	50' S. 1	Unknown		0.279	0.093	
5	50' S. 2	Unknown		0.262	0.089	
6	50' S. 3	Unknown		0.282	0.093	
7	75' S. 1	Unknown		0.208	0.078	
8	75' S. 2	Unknown		0.193	0.075	
9	75' S. 3	Unknown		0.224	0.081	
10	100' S. 1	Unknown		0.246	0.086	
11	100' S. 2	Unknown		0.200	0.076	
12	100' S. 3	Unknown		0.229	0.082	
13						

Sample Table Report

07/03/2007 02:11:13 AM

File Name: F:\Andes\Filtrasi 20000.pho



Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL410.0	Comments
1	25' F.1	Unknown	✓	2.638	0.584	
2	25' F.2	Unknown		3.228	0.707	
3	25' F.3	Unknown	✓	2.688	0.594	
4	50' F.1	Unknown		3.231	0.707	
5	50' F.2	Unknown		3.183	0.697	
6	50' F.3	Unknown		3.183	0.697	
7	75' F.1	Unknown		3.078	0.675	
8	75' F.2	Unknown	✓	3.357	0.734	
9	75' F.3	Unknown	✓	3.205	0.702	
10	100' F.1	Unknown		2.835	0.625	
11	100' F.2	Unknown	✓	3.204	0.702	
12	100' F.3	Unknown	✓	3.267	0.715	
13						

SNI Metode Pengujian Kadar Nitrat dan Nitrit

LAMPIRAN 3

STANDAR

SK SNI M-53-1990-03

48

**METODE PENGUJIAN KADAR NITRIT
DALAM AIR DENGAN ALAT SPEKTROFOTOMETER
SECARA ASAM SULFANILAT**



DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM

DAFTAR RUJUKAN

1. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1985 Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 16th Edition, APHA, Washington D.C.
2. Depatemen Pekerjaan Umum, 1989 Metode Pengambilan Contoh Uji Kualitas Air. Nomor SK SNI M-02-1989-F, Yayasan LPMB, Bandung.

" Hak Cipta dilindungi Undang-Undang "

DAFTAR ISI

	halaman
I	DESKRIPSI 1
1.1	Maksud dan Tujuan 1
1.1.1	Maksud 1
1.1.2	Tujuan 1
1.2	Ruang Lingkup 1
1.3	Pengertian 1
II	CARA PELAKSANAAN 2
2.1	Peralatan dan Bahan Penunjang Uji 2
2.1.1	Peralatan 2
2.1.2	Bahan Penunjang Uji 2
2.2	Persiapan Benda Uji 2
2.3	Persiapan Pengujian 3
2.3.1	Pembuatan Larutan Induk Nitrit, $\text{NO}_2\text{-N}$ 3
2.3.2	Pembuatan Larutan Baku Nitrit, $\text{NO}_2\text{-N}$ 4
2.3.3	Pembuatan Kurva Kalibrasi 4
2.4	Cara Uji 4
2.5	Perhitungan 5
2.6	Laporan 5

I. DESKRIPSI

1.1 Maksud dan Tujuan

1.1.1 Maksud

Metode pengujian ini dimaksudkan sebagai pegangan dalam pelaksanaan pengujian kadar nitrit, NO_2 dalam air.

1.1.2 Tujuan

Tujuan metode pengujian ini untuk memperoleh kadar nitrit dalam air.

1.2 Ruang Lingkup

Lingkup pengujian meliputi:

- 1) cara pengujian kadar nitrit yang terdapat dalam air antara 0,001-0,500 mg/L $\text{NO}_2\text{-N}$;
- 2) penggunaan metode asam sulfanilat dengan alat spektrofotometer pada panjang gelombang 543 nm.

1.3 Pengertian

Beberapa pengertian yang berkaitan dengan metode pengujian ini:

- 1) kurva kalibrasi adalah grafik yang menyatakan hubungan kadar larutan baku dengan hasil pembacaan serapan masuk yang biasanya merupakan garis lurus;
- 2) larutan induk adalah larutan baku kimia yang dibuat dengan kadar tinggi dan akan digunakan untuk membuat larutan baku dengan kadar yang lebih rendah;
- 3) larutan baku adalah larutan yang mengandung kadar yang sudah diketahui secara pasti dan langsung digunakan sebagai pembanding dalam pengujian.

II. CARA PELAKSANAAN

2.1 Peralatan dan Bahan Penunjang Uji

2.1.1 Peralatan

Peralatan yang digunakan terdiri atas:

- 1) spektrofotometer sinar tunggal atau sinar ganda yang mempunyai kisaran panjang gelombang 190-900 nm dan lebar celah 0,2-2,0 nm, serta telah dikalibrasi pada saat digunakan;
- 2) pemanas listrik yang dilengkapi dengan pengatur suhu;
- 3) pipet mikro 250, 500 dan 1000 μ L;
- 4) buret 50 mL atau alat titrasi lain dengan skala yang jelas;
- 5) labu ukur 100 dan 1000 mL;
- 6) gelas ukur 50 mL;
- 7) pipet seukuran 10 dan 50 mL;
- 8) pipet ukur 10 mL;
- 9) labu erlenmeyer 100 dan 250 mL;
- 10) gelas piala 500 mL.

2.1.2 Bahan Penunjang Uji

Bahan kimia yang berkualitas p.a. dan bahan lain yang digunakan dalam pengujian ini terdiri atas:

- 1) serbuk natrium nitrit, NaNO_2 ;
- 2) larutan asam sulfanilat;
- 3) larutan naftil etilendiamin dihidroklorida;
- 4) larutan asam klorida, HCl, 1:3;
- 5) larutan natrium oksalat, $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, 0,05N;
- 6) larutan ferro amonium sulfat, 0,05N; ✓
- 7) air suling bebas nitrit;
- 8) saringan membran yang berpori 0,45 μ m

2.2 Persiapan Benda Uji

Siapkan benda uji dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) sediakan contoh uji yang telah diambil sesuai dengan Metode Pengambilan Contoh Uji Kualitas Air, SK SNI M- 02-1989-F;

- 2) ukur 50 mL contoh uji secara duplo dan masukkan ke dalam labu erlenmeyer 100 mL;
- 3) apabila contoh uji mengandung kadar zat tersuspensi yang tinggi, saring dengan saringan membran yang berpori 0,45 μm ;
- 4) benda uji siap diuji.

2.3 Persiapan Pengujian

2.3.1 Pembuatan Larutan Induk Nitrit, $\text{NO}_2\text{-N}$

Buat larutan induk 250 mg/L $\text{NO}_2\text{-N}$ dengan tahapan sebagai berikut: ✓

- 1) larutkan 1,232 g natrium nitrit, NaNO_2 , dengan air suling 100 mL di dalam labu ukur 1000 mL;
- 2) tambahkan 1 mL kloroform sebagai pengawet dan tambahkan air suling sampai tepat pada tanda tera;
- 3) pembakuan larutan induk dengan tahapan sebagai berikut:
 - (1) pipet 50 mL larutan induk nitrit, 50 mL larutan KMnO_4 0,05N, 5 mL H_2SO_4 pekat dan masukkan ke dalam labu erlenmeyer 250 mL;
 - (2) kocok dan panaskan di atas pemanas listrik pada suhu 70-80°C;
 - (3) hilangkan warna KMnO_4 dengan penambahan 10 mL larutan natrium oksalat 0,05N;
 - (4) titrasi kelebihan natrium oksalat dengan larutan kalium permanganat 0,05N sampai terbentuk sedikit warna merah muda dan catat pemakaian larutan kalium permanganat yang diperlukan;
 - (5) lakukan hal yang sama terhadap air suling bebas nitrit yaitu langkah 1) sampai 4) dengan mengganti larutan induk dengan air suling;
 - (6) bila pembakuan dilakukan dengan larutan ferro amonium sulfat menggantikan natrium oksalat, maka tidak dilakukan pemanasan akan tetapi proses reaksi antara kalium permanganat dan ferro amonium sulfat dibiarkan selama 5 menit sebelum di titrasi dengan kalium permanganat;
 - (7) perhitungan kadar nitrit dalam larutan induk adalah sebagai berikut:

$$A = \frac{[(B \times C) - (D \times E)] \times 7}{F}$$

dengan penjelasan:

A = mg $\text{NO}_2\text{-N/L}$ dalam larutan induk NaNO_2 ;

B = jumlah mL KMnO_4 yang digunakan;

C = kenormalan larutan KMnO_4 ;

D = jumlah mL ferro amonium sulfat atau natrium oksalat yang ditambahkan;

E = kenormalan larutan ferro amonium sulfat atau natrium oksalat;

F = jumlah mL larutan baku NaNO_2 yang digunakan untuk titrasi.

2.3.2 Pembuatan Larutan Baku Nitrit, $\text{NO}_2\text{-N}$

Buat larutan baku nitrit dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) pipet 0, 20, 40, 100 dan 200 μL larutan induk nitrit yang telah dibakukan dan masukkan masing-masing ke dalam labu ukur 100 mL;
- 2) tambahkan air suling sampai tepat pada tanda tera sehingga diperoleh kadar nitrit-N sebesar 0,00; 0,05; 0,10; 0,25 dan 0,50 mg/L.

2.3.3 Pembuatan Kurva Kalibrasi

Buat kurva kalibrasi dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) optimalkan alat spektrofotometer sesuai petunjuk penggunaan alat untuk pengujian kadar nitrit;
- 2) pipet 50 mL larutan baku secara duplo kemudian masukkan ke dalam labu erlenmeyer 100 mL;
- 3) tambahkan 1 mL larutan asam sulfanilat;
- 4) biarkan larutan tersebut bereaksi selama 2-3 menit;
- 5) tambahkan 1 mL larutan naftil etilendiamin dihidroklorida, aduk dan biarkan paling sedikit 10 menit, tetapi tidak lebih dari 2 jam;
- 6) masukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer, baca dan catat serapan-masuknya;
- 7) apabila perbedaan hasil pengukuran secara duplo lebih besar dari 2% periksa keadaan alat dan ulangi tahapan 2) sampai dengan 6), apabila perbedaannya lebih kecil atau sama dengan 2%, rata-ratakan hasilnya;
- 8) buat kurva kalibrasi berdasarkan data tahap 6) di atas atau tentukan persamaan garis lurus nya.

2.4 Cara Uji

Uji kadar nitrit-N dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) pipet 50 mL benda uji dan masukkan ke dalam labu erlenmeyer 100 mL;
- 2) tambahkan 1 mL larutan asam sulfanilat;
- 3) biarkan larutan tersebut bereaksi selama 2-8 menit;
- 4) tambahkan 1 mL larutan naftil etilendiamin dihidroklorida, aduk dan biarkan paling sedikit 10 menit, tetapi tidak lebih dari 2 jam;
- 5) masukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer, baca dan catat serapan-masuknya.

2.5 Perhitungan

Hitung kadar nitrit-N dalam benda uji dengan menggunakan kurva kalibrasi atau tentukan persamaan garis lurusnya dan perhatikan hal-hal berikut:

- 1) selisih kadar maksimum yang diperbolehkan antara dua pengukuran duplo adalah 2%, rata-ratakan hasilnya;
- 2) apabila hasil perhitungan kadar nitrit-N lebih besar dari 0,50 mg/L, ulangi pengujian dengan cara mengencerkan benda uji.

2.6 Laporan

Catat pada formulir kerja hal-hal sebagai berikut:

- 1) parameter yang diperiksa;
- 2) nama pemeriksa;
- 3) tanggal pemeriksaan;
- 4) nomor laboratorium;
- 5) data kurva kalibrasi;
- 6) nomor contoh uji;
- 7) lokasi pengambilan contoh uji;
- 8) waktu pengambilan contoh uji;
- 9) pembacaan serapan masuk pertama dan kedua;
- 10) kadar dalam benda uji.

STANDAR

SK SNI M-49-1990-03

47

METODE PENGUJIAN KADAR
NITRAT DALAM AIR DENGAN ALAT
SPEKTROFOTOMETER SECARA BRUSIN SULFAT



DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM

DAFTAR RUJUKAN

1. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1975 Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 14th Edition, APHA, Washington D.C.
2. Depatemen Pekerjaan Umum, 1989 Metode Pengambilan Contoh Uji Kualitas Air. Nomor SK SNI M-02-1989-F, Yayasan LPMB, Bandung.

" Hak Cipta dilindungi Undang-Undang "

DAFTAR ISI

halaman

I	DESKRIPSI	1
1.1	Maksud dan Tujuan	1
1.1.1	Maksud	1
1.1.2	Tujuan	1
1.2	Ruang Lingkup	1
1.3	Pengertian	1
II	CARA PELAKSANAAN	2
2.1	Peralatan dan Bahan Penunjang Uji	2
2.1.1	Peralatan	2
2.1.2	Bahan Penunjang Uji	2
2.2	Persiapan Benda Uji	2
2.3	Persiapan Pengujian	3
2.3.1	Pembuatan Larutan Induk Nitrat, $\text{NO}_3\text{-N}$	3
2.3.2	Pembuatan Larutan Baku Nitrat, $\text{NO}_3\text{-N}$	3
2.3.3	Pembuatan Kurva Kalibrasi	3
2.4	Cara Uji	4
2.5	Perhitungan	4
2.6	Pelaporan	4

PP No.82 Tahun 2001 Tgl 14 Desember 2001

LAMP IRAN 4

PIRAN

PERATURAN PEMERINTAH NOMOR 82 TAHUN 2001
TANGGAL 14 DESEMBER 2001

TENTANG

PENGELOLAAN KUALITAS AIR DAN PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR

terea Mutu Air Berdasarkan Kelas

PARAMETER	SATUAN	KELAS				KETERANGAN
		I	II	III	IV	
FISIKA						
Temperatur	°C	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 5	Deviasi Tempertur dari keadaan alamiah
Residu Terlarut	mg/L	1000	1000	1000	2000	
Residu Tersuspensi	mg/L	50	50	400	400	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, residu tersuspensi ≤ 5000 mg/L

Kimia Anorganik						
pH		6-9	6-9	6-9	5-9	Apabila secara alamiah di luar rentang tersebut, maka ditentukan berdasarkan keadaan alamiah
CO ₂	mg/L	2	3	6	12	
DO	mg/L	10	25	50	100	
NO ₃	mg/L	6	4	3	0	Angka batas minimum
Total Fosfat sbg P	mg/L	0,2	0,2	1	5	
NO ₃ sebagai N	mg/L	10	10	20	20	

NH3-N	mg/l.	0,5	(-)	(-)	(-)	Bagi perikanan, kandungan amonia bebas untuk ikan yang peka $\leq 0,02$ mg/L sebagai NH3
Arsen	mg/l.	0,05	1	1	1	
Kobalt	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2	
Barium	mg/L	1	(-)	(-)	(-)	
Boron	mg/L	1	1	1	1	
Selenium	mg/l.	0,01	0,05	0,05	0,05	
Kadmium	mg/l.	0,01	0,01	0,01	0,01	
Krom (VI)	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,01	
Tembaga	mg/l.	0,02	0,02	0,02	0,2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Cu ≤ 1 mg/L
Besi	mg/l.	0,3	(-)	(-)	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Fe ≤ 5 mg/L
Timbal	mg/l.	0,03	0,03	0,03	1	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Pb $\leq 0,1$ mg/L
Mangan	mg/l.	1	(-)	(-)	(-)	
Air Raksa	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,005	
Seng	mg/L	0,05	0,05	0,05	2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Zn ≤ 5 mg/L
Klorida	mg/L	1	(-)	(-)	(-)	
Sianida	mg/L	0,02	0,02	0,02	(-)	
Fluorida	mg/L	0,5	1,5	1,5	(-)	

Nitrit sebagai N	mg/L	0,06	0,06	0,06	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, NO ₂ -N ≤ 1 mg/L
Sulfat	mg/L	400	(-)	(-)	(-)	
Klorin bebas	mg/L	0,03	0,03	0,03	(-)	Bagi ABAM tidak dipersyaratkan
Bekas sebagai H ₂ S	mg/L	0,002	0,002	0,002	(-)	
MIKROBIOLOGI						
Fecal coliform	jml/100 ml	100	1000	2000	2000	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, fecal coliform ≤ 2000 jml/100 ml dan total coliform ≤ 10000 jml/100ml
Total coliform	jml/100 ml	1000	5000	10000	10000	
RADIOAKTIVITAS						
Gross - A	bg/L	0,1	0,1	0,1	0,1	
Gross - B	bg/L	1	1	1	1	
KIMIA ORGANIK						
Minyak dan Lemak	ug/L	1000	1000	1000	(-)	
Detergen sebagai MBAS	ug/L	200	200	200	(-)	
Senyawa Fenol	ug/L	1	1	1	(-)	
Sebagai Fenol	ug/L					
BHC	ug/L	210	210	210	(-)	
Aldrin/Dieldrin	ug/L	17	(-)	(-)	(-)	
Chlordane	ug/L	3	(-)	(-)	(-)	
DDT	ug/L	2	2	2	2	
Heptachlor dan Heptachlor epoxide	ug/L ug/L	18	(-)	(-)	(-)	
Lindane	ug/L	56	(-)	(-)	(-)	
Methoxyctor	ug/L	35	(-)	(-)	(-)	
Endrin	ug/L	1	4	4	(-)	
Toxaphan	ug/L	5	(-)	(-)	(-)	

Keterangan :

mg = miligram

ug = mikrogram

ml = militer

L = liter

Bq = Bequerel

MBAS = Methylene Blue Active Substance

ABAM = Air Baku untuk Air Minum

Logam berat merupakan logam terlarut

Nilai di atas merupakan batas maksimum, kecuali untuk pH dan DO.

Bagi pH merupakan nilai rentang yang tidak boleh kurang atau lebih dari nilai yang tercantum.

Nilai DO merupakan batas minimum.

Arti (-) di atas menyatakan bahwa untuk kelas termasuk, parameter tersebut tidak dipersyaratkan

Tanda £ adalah lebih kecil atau sama dengan

Tanda < adalah lebih kecil

PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA

ttd.

MEGAWATI SOEKARNO PUTRI

LAMPIRAN II : KEPUTUSAN GUBERNUR KEPALA DAERAH ISTIMEWA
 YOGYAKARTA
 NOMOR : 281 /KPTS / 1998
 TENTANG : BAKU MUTU LIMBAH CAIR BAGI KEGIATAN INDUSTRI DI
 PROPINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

**BAKU MUTU LIMBAH CAIR UNTUK KEGIATAN INDUSTRI
 LAINNYA**

PARAMETER	SATUAN	KADAR MAKSIMUM
Temperatur	OC	30
Zat padat terlarut	mg/l	2000
Zat padat tersuspensi	mg/l	200
pH		6,0 - 9,0
Besi terlarut (Fe)	mg/l	5
Mangan terlarut (Mn)	mg/l	2
Barium (Ba)	mg/l	2
Tembaga (Cu)	mg/l	2
Seng (Zn)	mg/l	5
Krom Heksavalen (Cr)	mg/l	0,1
Krom total	mg/l	0,5
Cadmium (Cd)	mg/l	0,05
Raksa (Hg)	mg/l	0,002
Timbal (Pb)	mg/l	0,1
Stannum (Sn)	mg/l	2
Arsen (As)	mg/l	0,1
Selenium (Se)	mg/l	0,05
Nikel (Ni)	mg/l	0,2
Kobalt (Co)	mg/l	0,4
Sianida (CN)	mg/l	0,05
Sulfida (H ₂ S)	mg/l	0,05
Flourida (F)	mg/l	2
Klorin bebas (Cl ₂)	mg/l	1
Amoniak bebas (NH ₃ N)	mg/l	1
Nitrat (NO ₃ N)	mg/l	20
Nirit (NO ₂ N)	mg/l	1
BOD	mg/l	50
COD	mg/l	100
Senyawa aktif biru metilen	mg/l	5
Fenol	mg/l	0,5
Minyak nabati	mg/l	5
Minyak mineral	mg/l	10
Radikalaktifitas		-

Yogyakarta, 10 Nopember 1998
 GUBERNUR
 KEPALA DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
 ttd
 HAMENGKU BUWONO

No	Tanggal	Gatapan Konsultasi
1	28/6/07	Konsultasi Hasil Penelitian
2	10/4/07	Konsultasi Metode Penelitian
3	16/4/07	Konsultasi Laporan Penelitian
4	25/1/07	Konsultasi Pembahasan
5	25/1/07	Konsultasi Pembahasan
6	25/1/07	Konsultasi Pembahasan
7	25/1/07	Konsultasi Pembahasan
8	25/1/07	Konsultasi Pembahasan
9	25/1/07	Konsultasi Pembahasan
10	25/1/07	Konsultasi Pembahasan

Landa Jangam Pemb I Pemb II