

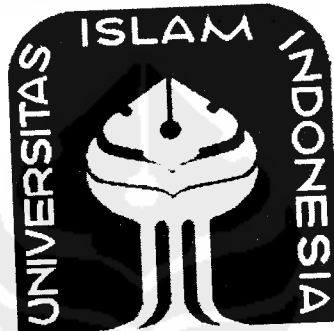
TA/TL/2006/0141

TUGAS AKHIR

PERPUSTAKAAN FTSE UH
HADIAN/BELE
TGL TERIMA : 25 April 2007
NO. JUDUL : 002379
NO. INV. : 920002379021
NO. INDIK. :

**EFEKTIFITAS MEMBRAN KERAMIK TERHADAP PENURUNAN
KONSENTRASI AMMONIUM (NH₄) DAN WARNA PADA LIMBAH
CAIR LINDI TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR (TPA) PIYUNGAN,
JOGJAKARTA**

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat Sarjana Teknik Lingkungan



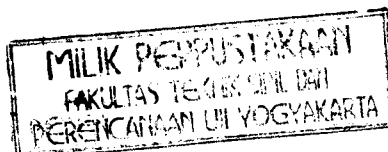
Disusun oleh :

Nama : FITRIA ANDRIANY

No Mhs : 01 513 030

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA**

2006



**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**


**EFEKTIFITAS MEMBRAN KERAMIK TERHADAP PENURUNAN
KONSENTRASI AMMONIUM (NH₄) DAN WARNA PADA LIMBAH
CAIR LINDI TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR (TPA) PIYUNGAN,
JOGJAKARTA**




**Nama : FITRIA ANDRIANY
No Mhs : 01 513 030**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

**Ir. H. Kasam, MT
Dosen Pembimbing I**


Tanggal : 13 - 01 - 07

**Eko Siswoyo, ST
Dosen Pembimbing II**


Tanggal : 13 - 01 - 07

Setulus hati, ku persembahkan karya kecilku ini teruntuk :

SATU yang mencipta...
SATU yang memberi nafas...
SATU yang memberi kehidupan...
Tempat memohon, dan berserah...
SATU zat yang Esa...
Kusimpahkan kakiku, sujud dan tundukku padaMu...

Sepasang Laki-laki dan Perempuan ;
Aang AKP. E. KOESWANA dan Mamah MAMIEK ES. A,ma

Yang telah dengan rela mengorbankan nyawa...
Menerima titipannya dengan tangan terbuka...
Dengan segala perjuangan hidup yang berliku, mendampingi hingga menjelang
kedewasaanku, menjaga tiap langkahku, menyadarkan tiap khilafku, menguatkan
tiap lemahku, dan hingga kini keberadaanku...
Ambillah seluruh pahalaku...
Tak peduli seberapa pun amalku...
Agar dapat aku menebus segala dosamu...
Tak ada lagi yang lain yang ku ingin selain melihat kebahagiaanmu...
Tiada apa yang dapat diperbuat selain hanya berbakti padamu...

Bunga-bunga kecilku yang kian mekar :
Si pemalu "Lala", Si cerewet "Elys", dan Si ingin tahu "Gita"
"Kulihat kedamaian yang menjadi sekar kekidunganku disetiap senyumanmu..."

MOTTO

Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum sampai mereka sendiri yang merubah dirinya. (QS. Ar Ra'd : 11)

Barang siapa yang berbuat baik, laki-laki maupun perempuan dan ia beriman, pasti kami akan berikan kehidupan yang baik.
(QS. An Nahl : 97)

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila telah selesai (dalam satu urusan) kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain dan hanya kepada Tuhanmu lah hendaknya kamu berharap.
(QS. Al Insyirah : 6-8)

Berpikir benar...
Bercita-cita besar...
Dan berharap yang terbaik...
Bahkan ketika yang terjadi adalah sebaliknya,
BERTAHANlah...
Biarkan kebenaran jiwa ditemui dalam berbagai kesukaran...

Spesial Thanks To...

1. **Ibu Sulasmi**, mbah wedokku yang cantik...terima kasih atas kasih sayang, perhatian, dan segala nasehat. Tiap kata yang terucap dari bibirmu menjadi penyejuk hatiku...
2. **A. Ajiiz Hasbur**, yang kini menemani hari-hariku, mendengar tiap kisahku, menghibur dalam sedihku, mengingatkan tiap lupaku, dan terima kasih untuk segalanya... Semoga segala harapan dan do'a terdengar olehNya...
3. Sahabat seperjuangan Tugas Akhirku : **Kalfi "Awiek" Aminati ST.** (*ternyata g semua yang dimulai bersama bisa diakhiri bersama...tapi dalam kebersamaan denganmu jangan pernah lupa "BURJO"*).
4. Sahabat-sahabat terbaikku : **Meila** (*biar kate badan gue kecil tapi pemikiran gue besar..*), **Irma** (*tiap masalah jadikan warna dalam hidup, jangan jadikan sebuah beban...*), **Cek Cika** (*sekali-sekali istirahatkan badan boleh donk...*), **Nial Lenge** (*cerewet, manja, banyak alasan...tapi tenang aja aq percaya koq ma kamu..*), **Feni** (*biar banyak halangan jangan menyerah ya,yang sabar...*), **Nana** (*kita hidup g sendiri koq...*), **Indun** (*goyang india...*), dan **Wiwit.** (*Tiap kebersamaan yang terlewati menjadi kisah klasik yang indah untuk dikenang, sahabatku...*)
5. Penjaga-penjaga kamar : **Desi, Pujhe** (yang telah tiada), **Loly, Takeshi, dan Minori.** Yang rukun ya...
6. Pria-pria penghuni Basecamp '01 : **Indras, Dede "Bo", Engkong Fikor** (*lembur di lab mpe pagi? Hubungi aja Engkong...*), **Djoxo, Pandu Wagu,**

Azri, Muchtar, Wisnu, Affan, Qnoy, Imam, dan Mail "Minori", kita satu dalam semua perbedaan...*(jangan lupa persiapkan reuni dari sekarang...grand temanya CEQI abizz....)*.

7. Teman-teman TL angkatan '01 yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, terima kasih telah menjadi teman berjuang selama perkuliahan dan juga terima kasih atas do'a, bantuan, dukungan dan motivasi dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
8. Semua teman-teman teknik lingkungan angkatan '99-'06 terima kasih do'a dan dukungannya.



KATA PENGANTAR



Assalamu alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sholawat serta salam saya haturkan kepada Rasulullah SAW, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **"Efektifitas Teknologi Membran Keramik Terhadap Penurunan Konsentrasi Ammonium (NH₄) dan Warna pada Limbah Cair Lindi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Piyungan, Jogjakarta"**.

Tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan yang harus ditempuh untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini tentunya penyusun tidak lepas dari kesalahan-kesalahan dan kekurangan sehingga penyusun menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu penyusun sangat mengharapkan kritik dan saran kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Selama menyelesaikan tugas akhir ini, penyusun telah banyak mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada:

1. **Bapak Prof. Dr. Drs. Edy Suandi Hamid, MEd** selaku Rektor Universitas Islam Indonesia.
2. **Bapak Dr. Ir. H. Ruzardi, MS** selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

3. **Bapak Luqman Hakim, ST., M.Si.** selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
4. **Bapak H. Kasam, MT** selaku pembimbing I Tugas Akhir, yang telah bersedia meluangkan waktu, membimbing, mendukung, serta mencurahkan pikirannya untuk memberikan masukan-masukan kepada penyusun.
5. **Bapak Eko Siswoyo, ST** selaku pembimbing II Tugas Akhir, yang telah bersedia meluangkan waktu, membimbing, mendukung, serta mencurahkan pikirannya untuk memberikan masukan-masukan kepada penyusun.
6. **Bapak Hudori, ST** selaku dosen Jurusan Teknik Lingkungan.
7. **Bapak Andik Yulianto, ST** selaku dosen Jurusan Teknik Lingkungan.
8. **Mas Agus Adi Prananto**, selaku staf Jurusan Teknik Lingkungan.
9. **Mas Tasyono, Amd dan Mas Iwan Amd** selaku laboran di laboratorium kualitas lingkungan Jurusan Teknik Lingkungan.
10. Semua pihak yang telah memberi bantuan dan dukungan yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Akhirnya penyusun sangat berharap agar tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penyusun sendiri maupun bagi semua pihak yang menggunakan laporan ini.

Wassalamu alaikum Wr. Wb.

Jogjakarta, Januari 2007

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
SPECIAL THANK'S TO	v
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
INTISARI	xvii
ABSTRACT	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan	4
1.5. Manfaat	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Pengertian Lindi	6
2.1.1. Proses Pembentukan Lindi	7
2.1.2. Karakteristik Limbah Cair Lindi	8
2.1.3. Pengaruh Pencemaran Lindi	10
2.2. Warna	11
2.3. Nitrogen	13
2.4. Proses Pembentukan Nitrogen Organik	14

2.5.1. Proses Pembentukan Amonia	18
2.5.2. Karakteristik Amonia.....	19
2.5.3. Sifat – sifat Amonia	20
2.5.4. Dampak Pencemaran Amonia.....	21
2.6. Nitrifikasi	22
2.6.1. Waktu Retensi.....	23
2.6.2. Oksigen Terlarut	24
2.6.3. Suhu	24
2.6.4. pH.....	24
2.7. Membran	25
2.7.1. Makrofiltrasi	25
2.7.2. Ultrafiltrasi.....	26
2.7.3. Nanofiltrasi	26
2.8. Membran Keramik	27
2.8.1. Proses Penyaringan (Filtrasi)	28
2.8.2. Proses Sedimentasi.....	29
2.8.3. Proses Adsorpsi	29
2.8.4. Aktifitas kimia	33
2.9. Keramik.....	33
2.10. Bahan Baku Keramik.....	34
2.10.1. Serbuk Gergaji	34
2.10.2. Tanah Lempung	35
2.10.1.1. Susunan Tanah Lempung.....	35
2.10.1.2. Klasifikasi Mineral Lempung	36
2.10.1.3. Sifat Fisik Mineral Lempung.....	37
2.10.1.4. Sifat Kimiawi Mineral Lempung	39
2.10.3. Pasir Kwarsa	41
2.11. Pembuatan Keramik.....	42
2.12. Hipotesa	46

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Umum	47
3.2. Jenis penelitian.....	47
3.3. Objek Penelitian.....	48
3.4. Lokasi Penelitian.....	48
3.5. Waktu Penelitian.....	48
3.6. Variable Penelitian.....	49
3.7. Parameter Penelitian	49
3.3. Pelaksanaan Penelitian.....	50
3.3.1. Persiapan Serbuk Gergaji.....	50
3.3.2. Pembuatan Membran Keramik	50
3.3.3. Pembuatan Rangkaian Reaktor Membran Keramik.....	51
3.3.4. Pengambilan Limbah Cair Lindi.....	52
3.3.5. Proses Running Reactor Membran Keramik	52
3.4. Kerangka Penelitian Tugas Akhir.....	53
3.5. Analisa Laboratorium	54
3.6. Analisa Data.....	55

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian	57
4.1.1. Konsentrasi Ammonium (NH ₄)	57
4.1.1.1. Konsentrasi Ammonium pada membran Keramik 5%	58
4.1.1.2. Konsentrasi Ammonium pada membran Keramik 7.5%	59
4.1.1.3. Konsentrasi Ammonium pada membran Keramik 10%	60
4.1.2. Konsentrasi Warna.....	62
4.1.2.1. Konsentrasi Warna pada membran Keramik 5%.....	62
4.1.2.2. Konsentrasi Warna pada membran Keramik 7.5%.....	63
4.1.2.3. Konsentrasi Warna pada membran Keramik 10%.....	65
4.2. Analisa Data Penelitian.....	66
4.2.1. Analisa Data Amonium (NH ₄).....	66
4.2.2. Analisa Data Warna	69

4.3. Pembahasan.....	72
4.3.1. Penurunan Konsentrasi Amonium (NH ₄)	75
4.3.2. Penurunan konsentrasi Warna.....	77

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	80
5.2. Saran	81

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Data komposisi lindi dari <i>landfill</i>	9
Tabel 2.2 Proses manusia terkontaminasi	21
Tabel 2.3 Klasifikasi membran	25
Tabel 3.1 Parameter Penelitian	49
Tabel 4.1 Porositas membran keramik.....	57
Tabel 4.2 Hasil analisa amonium (NH ₄) menggunakan membran keramik 5%....	58
Tabel 4.3 Hasil analisa amonium (NH ₄) menggunakan membran keramik 7.5%..	59
Tabel 4.4 Hasil analisa amonium (NH ₄) menggunakan membran keramik 10%..	60
Tabel 4.5 Hasil analisa warna menggunakan membran keramik 5%	62
Tabel 4.6 Hasil analisa warna menggunakan membran keramik 7.5%	63
Tabel 4.7 Hasil analisa warna menggunakan membran keramik 10%	65
Tabel 4.8 Uji Korelasi T-Test untuk nilai ammonium	66
Tabel 4.9 Uji detail untuk nilai ammonium	67
Tabel 4.10 Uji TUKEY untuk nilai ammonium	68
Tabel 4.11 Uji Korelasi T-Test untuk nilai warna	69
Tabel 4.12 Uji detail untuk nilai warna.....	70
Tabel 4.13 Uji TUKEY untuk nilai warna.....	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Faktor-faktor yang berpengaruh pada Pembentukan Lindi.....	8
Gambar 2.2	Rembesan lindi ke dalam air tanah	11
Gambar 2.3	Skema siklus nitrogen	15
Gambar 3.1	Reaktor membran keramik.....	52
Gambar 3.2	Diagram alir penelitian.....	54
Gambar 4.1	Konsentrasi amonium (NH_4) pada <i>inlet</i> dan <i>outlet</i> dalam tiap jam pengambilan sampel pada membran keramik dengan serbuk gergaji 5%	58
Gambar 4.2	Efisiensi ammonium (NH_4) pada Membran Keramik dengan serbuk gergaji 5%	58
Gambar 4.3	Konsentrasi amonium (NH_4) pada <i>inlet</i> dan <i>outlet</i> dalam tiap jam pengambilan sampel pada membran keramik dengan serbuk gergaji 7.5%	59
Gambar 4.4	Efisiensi ammonium (NH_4) pada Membran Keramik dengan serbuk gergaji 7.5%	60
Gambar 4.5	Konsentrasi amonium (NH_4) pada <i>inlet</i> dan <i>outlet</i> dalam tiap jam pengambilan sampel pada membran keramik dengan serbuk gergaji 10%	61
Gambar 4.6	Efisiensi ammonium (NH_4) pada Membran Keramik dengan serbuk gergaji 10%	61

EFEKTIFITAS MEMBRAN KERAMIK TERHADAP PENURUNAN KONSENTRASI AMMONIUM (NH₄) DAN WARNA PADA LIMBAH CAIR LINDI TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR (TPA) PIYUNGAN, JOGJAKARTA

Kasam¹⁾, Eko Siswoyo²⁾, Fitria Andryani³⁾

Intisari

Proses pengolahan sampah domestik di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Piyungan, Yogyakarta, menghasilkan lindi yang mengandung sejumlah zat-zat yang terlarut dan tersuspensi, diantaranya ammonium (NH₄) dan warna. Ammonium (NH₄) dan warna dengan konsentrasi tinggi dalam lindi dapat menurunkan kualitas tanah dan air tanah. Untuk menurunkan konsentrasi ammonium (NH₄) dan warna yang terdapat dalam lindi, maka dibuat suatu alternatif pengolahan lindi, yaitu reaktor membran keramik.

Dalam reaktor membran keramik, lindi dialirkan melalui proses pemompaan secara kontinyu dengan debit 900 L/jam ke dalam membran keramik, sehingga terjadi pengolahan yang merupakan kombinasi dari proses penyaringan, sedimentasi, dan adsorpsi. Membran keramik dibuat dengan memberikan campuran serbuk gergaji dalam tiga variasi, yaitu 5%, 7.5%, dan 10%, dan kemudian dilakukan tiga kali percobaan berdasarkan variasi serbuk gergaji pada membran keramik.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efisiensi membran keramik dalam menurunkan konsentrasi ammonium (NH₄) dan warna pada lindi serta untuk mengetahui waktu dan komposisi serbuk gergaji yang paling optimum bagi membran keramik dalam menurunkan konsentrasi ammonium (NH₄) dan warna pada limbah cair lindi.

Penurunan konsentrasi ammonium (NH₄) dan warna yang paling efektif adalah dengan menggunakan reaktor membran keramik dengan variasi serbuk gergaji 5%. Penurunan konsentrasi ammonium (NH₄) adalah sebesar 53.60% dengan konsentrasi awal (*inlet*) rata-rata 3.775 mg/L dan konsentrasi akhir (*outlet*) 1.740 mg/L. Sedangkan penurunan konsentrasi warna adalah sebesar 39.00% dengan konsentrasi awal (*inlet*) rata-rata 1698.476 PtCo dan konsentrasi akhir (*outlet*) 1031.255 PtCo. Namun konsentrasi ammonium (NH₄) dan warna yang dihasilkan pada outlet reaktor membran keramik belum memenuhi standar baku mutu limbah cair.

Kata kunci : lindi, membran keramik, serbuk gergaji, ammonium (NH₄) dan warna.

¹ Dosen Pengajar Jurusan Teknik Lingkungan

² Dosen Pengajar Jurusan Teknik Lingkungan

³ Mahasiswa Jurusan Teknik Lingkungan

**EFFECTIVITY OF CERAMIC MEMBRANE TO DECREASE
CONCENTRATION OF AMMONIUM (NH₄) DAN COLOUR ON LEACHATE
FROM PIYUNGAN LANDFILL, JOGJAKARTA.**

Kasam¹⁾, Eko Siswoyo²⁾, Fitria Andryani³⁾

Abstract

Processing of domestic trash on Piyungan landfill, Jogjakarta, can be produced leachate from trash that contain dissolved and suspended materials, like ammonium (NH₄) and colour. High cocentration of ammonium (NH₄) and colour from lechate can be declined quality of soil and ground water. Then leachate needed an alternative treatment to reduce the concentration of ammonium (NH₄) and colour, that is ceramic membrane reactor.

In ceramic membrane, leachate flowed down by continous pumping procces with rate of flow as 900 L/h, and then happened a procces in ceramic membrane that are combination of fltration, sedimentation, and adsorption. Ceramic membrane was made with giving the mixing of ash wood in three variaton, that are 5%, 7.5%, and 10%. The research has been done in three times experiment by using variaton of ceramic membrane.

The research was makes to know the efficiency of ceramic membrane to decrease concentration of ammonium (NH₄) and colour from leachate, and to know the optimum time and variation of ash wood in the ceramic membrane to decrease concentration of ammonium (NH₄) and colour.

The highest efectivity of cocentration ammonium (NH₄) and colour are using ceramic membrane with 5% variation of ash wood. Removal cocentration of ammonium (NH₄) is 53.60% with inlet cocentration is 3.775 mg/L and outlet cocentration is 1,740 mg/L. Removal cocentration of colour is 39.00% with inlet cocentration is 1698.476 PtCo and outlet cocentration is 1031.255 PtCo. But cocentration of ammonium (NH₄) and colour that produced from outlet ceramic membrane not yet fulfill from the standard quality of waste water.

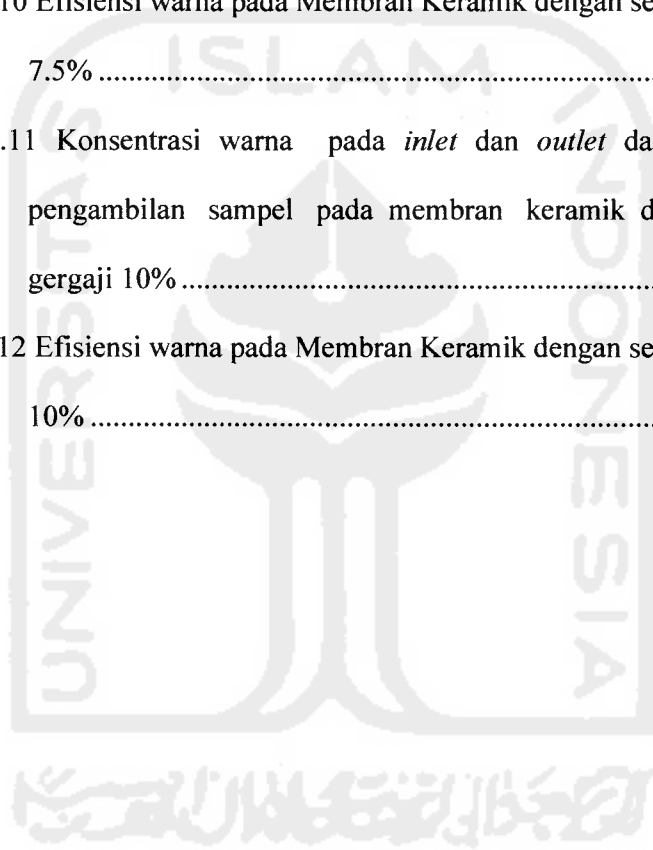
Key word : leachate, ceramic membrane, ash wood, ammonium (NH₄) and colour.

¹ Dosen Pengajar Jurusan Teknik Lingkungan

² Dosen Pengajar Jurusan Teknik Lingkungan

³ Mahasiswa Jurusan Teknik Lingkungan

Gambar 4.7 Konsentrasi warna pada <i>inlet</i> dan <i>outlet</i> dalam tiap jam pengambilan sampel pada membran keramik dengan serbuk gergaji 5%.....	62
Gambar 4.8 Efisiensi warna pada Membran Keramik dengan serbuk gergaji 5%.....	63
Gambar 4.9 Konsentrasi warna pada <i>inlet</i> dan <i>outlet</i> dalam tiap jam pengambilan sampel pada membran keramik dengan serbuk gergaji 7.5%.....	64
Gambar 4.10 Efisiensi warna pada Membran Keramik dengan serbuk gergaji 7.5%.....	64
Gambar 4.11 Konsentrasi warna pada <i>inlet</i> dan <i>outlet</i> dalam tiap jam pengambilan sampel pada membran keramik dengan serbuk gergaji 10%.....	65
Gambar 4.12 Efisiensi warna pada Membran Keramik dengan serbuk gergaji 10%.....	65



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I. Hasil Pemeriksaan Lindi TPA Piyungan	85
LAMPIRAN II. Metode Pengujian Ammonium (NH ₄) dan Warna	87
LAMPIRAN III. Hasil Pengukuran Konsentrasi Ammonium (NH ₄) dan Warna pada outlet membran keramik	125
LAMPIRAN IV. Uji Statistik Ammonium (NH ₄) dan Warna	133
LAMPIRAN V. Regresi Linear Konsentrasi Ammonium (NH ₄) dan Warna	140
LAMPIRAN VI. Data pengukuran porositas membran keramik	157
LAMPIRAN VII. Dokumentasi Penelitian	177



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sampah dan pengelolaannya kini menjadi masalah yang kian mendesak dan apabila tidak dilakukan penanganan yang baik akan mengakibatkan terjadinya perubahan keseimbangan lingkungan yang merugikan atau tidak diharapkan sehingga dapat mencemari lingkungan baik terhadap tanah, air, dan udara. Untuk mengatasi masalah pencemaran tersebut diperlukan penanganan dan pengendalian terhadap sampah.

Dalam proses pengolahan sampah yang dilakukan di Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPA) Piyungan, dihasilkan lindi atau air luruhan sampah yang merupakan cairan yang meresap melalui sampah dan mengandung unsur-unsur yang terlarut dan tersuspensi. Lindi akan terjadi apabila ada air eksternal yang berfiltrasi ke dalam sampah, misalnya air permukaan, air hujan atau air tanah dan sumber air yang lain. Lindi termasuk salah satu bentuk pencemar lingkungan yang dihasilkan oleh timbunan sampah.

Kontaminan yang terbawa dalam lindi sangat beragam, salah satu diantaranya adalah ammonium (NH_4) dan warna. Dan dari hasil pemeriksaan yang dilakukan pada limbah cair lindi Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPA) Piyungan maka diketahui bahwa kandungan ammonium (NH_4) dan warna dalam lindi belum memenuhi standar baku mutu limbah cair. Kualitas lindi penting diketahui untuk menentukan pengaruhnya yang potensial terhadap kualitas air

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

Tempat pembuangan akhir (TPA) sampah harus mempunyai bangunan pengolahan limbah cair lindi sebelum dibuang ke badan air, agar tidak menimbulkan permasalahan lingkungan. Namun pada pengolahan lindi di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Piyungan dengan menggunakan *aerated lagoon* (proses aerobik), saat ini masih menghasilkan *effluen* yang mengandung logam berat dan senyawa organik yang cukup tinggi. Diantaranya adalah ammonium (NH_4) dan warna. Dari hasil pemeriksaan laboratorium yang dilakukan terhadap *effluent* dari pengolahan limbah cair lindi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Piyungan diketahui bahwa kandungan ammonium (NH_4) dan warna dalam lindi masih melebihi standar baku mutu kualitas limbah cair dalam Keputusan Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta No : 214/ KPTS/ 1991.

Pemilihan teknologi dengan menggunakan membran keramik sebagai media filter memberikan salah satu alternatif pengolahan air limbah dalam menurunkan konsentrasi amonium (NH_4) dan warna. Membran Keramik merupakan suatu proses penyaringan air (dalam penelitian ini adalah lindi dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Piyungan) dimana air yang akan diolah dilewatkan pada suatu media proses yaitu reaktor membran keramik. Dengan bantuan pompa, diberikan tekanan keatas sehingga diharapkan air dapat

merembes melewati pori-pori dinding reaktor. Hal ini dipengaruhi oleh kombinasi campuran antara tanah lempung, pasir kuarsa, dan serbuk gergaji yang dapat menurunkan amonium (NH_4) dan warna di dalam limbah cair lindi.

Untuk membentuk pori pada membran keramik, dalam pembuatannya diberikan campuran serbuk gergaji yang dibedakan menjadi tiga variasi, yaitu 5%, 7.5%, dan 10%. Dengan adanya pori tersebut akan terjadi proses filtrasi dan adsorpsi terhadap logam berat dan senyawa organik yang ada didalam lindi, sehingga diharapkan dapat menurunkan konsentrasi amonium (NH_4) dan warna sampai dengan memenuhi standar baku mutu kualitas limbah cair.

Pengolahan terhadap limbah cair lindi menggunakan membran keramik ini diacu dari penelitian sebelumnya, yang memberikan hasil yaitu membran keramik mampu melakukan pemisahan air untuk salinitas dengan efisiensi sampai dengan 38% (Oleh Prof. Ir. Wahyono Hadi MSc., PhD. Download 15 oktober 2006). Membran keramik juga dapat digunakan sebagai pengolahan lanjutan dari pengolahan limbah cair lindi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Piyungan yang telah ada.

1.2. Rumusan Masalah

Menurut latar belakang masalah yang telah dikemukakan diatas maka, dapat ditarik rumusan masalah yaitu :

- a. Apakah reaktor membran keramik dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi ammonium (NH_4) dan warna pada limbah cair lindi dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Piyungan dan berapa besar efisiensinya.

- b. Pada konsentrasi berapakah serbuk gergaji dapat menurunkan konsentrasi ammonium (NH_4) dan warna yang optimum.
- c. Berapakah waktu yang optimum untuk menurunkan konsentrasi ammonium (NH_4) dan warna.

1.3. Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Mengetahui efisiensi membran keramik dalam menurunkan ammonium (NH_4) dan warna dalam limbah cair lindi.
- b. Mencari komposisi membran keramik yang paling optimum, dari komposisi serbuk gergaji 5 %, 7.5 %, dan 10 % dalam menurunkan ammonium (NH_4) dan warna pada limbah cair lindi.
- c. Mengetahui waktu yang optimum dari variasi waktu 60 menit, 120 menit, 180 menit, 240 menit, 300 menit dan 360 menit, dalam menurunkan ammonium (NH_4) dan warna pada limbah cair lindi.
- d. Mengetahui titik jenuh membran keramik dalam menurunkan ammonium (NH_4) dan warna pada limbah cair lindi.

1.4. Batasan Masalah

Dari rumusan masalah yang ditentukan dan agar penelitian dapat berjalan sesuai dengan keinginan sehingga tidak terjadi penyimpangan, maka batasan masalah pada penelitian ini adalah :

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Lindi

Lindi adalah limbah cair dari suatu tempat penimbunan sampah padat atau air rembesan dari hasil dekomposisi sampah padat yang terakumulasi pada suatu timbunan sampah yang mengandung sejumlah zat-zat kimia beracun, bakteri patogen, senyawa organik dan konstituen lainnya yang terlarut dan tersuspensi di dalam tanah (Anonim, 1995). Proses adanya lindi dapat terjadi karena dua hal, yaitu cairan yang berasal dari sampah itu sendiri dan cairan yang berasal dari luar, terutama dari air hujan yang jatuh ke lokasi penimbunan sampah.

Kuantitas lindi yang ditimbulkan oleh timbunan sampah padat pada suatu tempat pembuangan akhir (TPA) dipengaruhi oleh :

1. Curah hujan yang terjadi
1. Limpasan permukaan
2. Kandungan air dalam tanah
3. Laju penguapan air, (CW. Thowaits Cit. Anonim, 1995)

Selain kuantitas, kualitas lindi juga penting diketahui dalam menentukan pengaruhnya yang potensial terhadap kualitas air permukaan dan air tanah di sekitarnya, hal ini dikarenakan kontaminan yang terbawa sangat beragam. Kontaminan yang terbawa di dalam lindi adalah tergantung pada komposisi sampahnya dan simultan aktifitas fisik, kimia, dan biologi di dalam timbunan sampah.

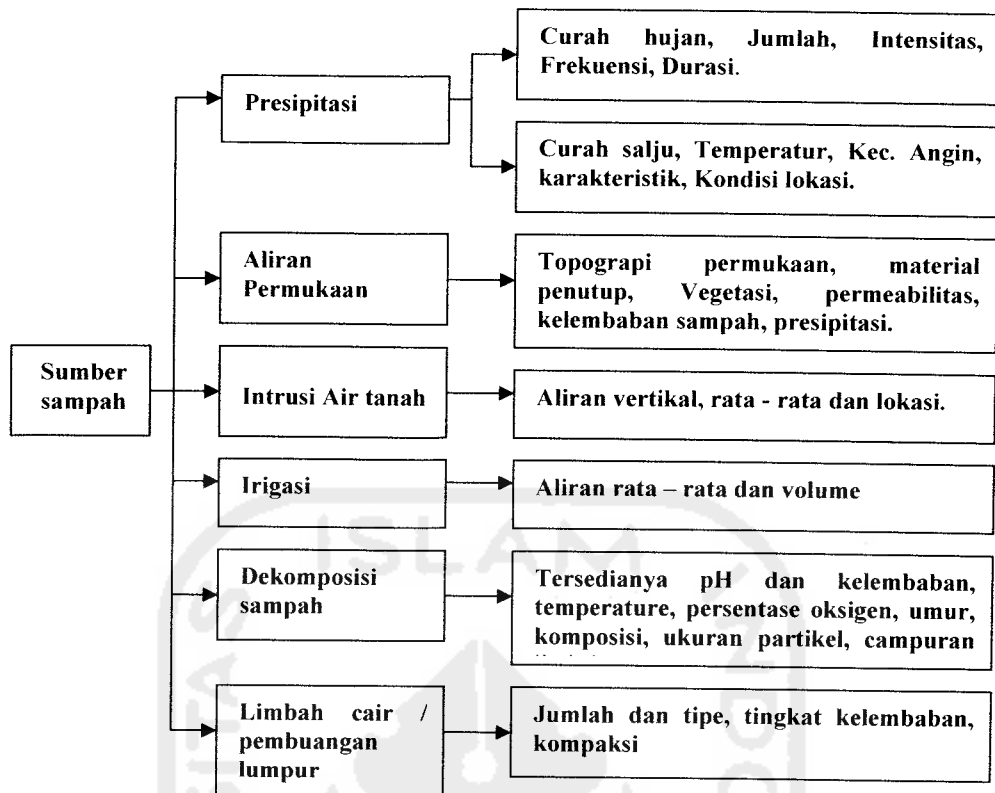
2.1.1. Proses Pembentukan lindi

Proses dekomposisi terjadinya lindi yaitu ketika terjadinya penumpukan sampah yang ditandai dengan adanya perubahan secara fisik, biologis, dan kimia pada sampah. Proses yang terjadi (Chen, 1975), yaitu ;

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

Salah satu hasil dari rangkaian proses diatas adalah terbentuknya lindi yang berupa cairan. Air yang ada pada timbunan sampah ini antara lain berasal dari :

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



Gambar 2.1 Faktor-faktor yang berpengaruh pada Pembentukan Lindi
(Sumber ; Qasim, 1994)

2.1.2. Karakteristik Limbah Cair Lindi

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

Aktivitas didalam *landfill* umumnya mengikuti suatu pola tertentu, pada mulanya sampah terdekomposisi secara aerobik, tetapi setelah oksigen di dalam

habis maka mikroorganisme utama yang bekerja adalah mikroorganisme fakultatif dan anaerob yang menghasilkan gas metan yang tidak berbau dan berwarna.

Karakteristik penguraian secara aerobik adalah timbulnya karbondioksida, air dan nitrat, sedangkan penguraian secara anaerobik menghasilkan metan, karbondioksida, air, asam organik, nitrogen, amoniak, sulfide besi, mangan dan lain-lain.

Karakteristik lindi dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain jenis dan golongan sampah yang dibuang, kontinuitas pembuangan, parameter kimia yang terdapat dalam sampah, mikrobial yang berperan, topografi lahan dan keseimbangan air di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) (Anonim, 1995).

Karakteristik lindi ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 2.1 Data komposisi lindi dari *landfill*

Jenis Elemen	Satuan	Nilai	
		Kisaran	Tipikal
BOD	Mg/l	2.000 – 30.000	10.000
TOC	Mg/l	1.500 – 20.000	6.000
COD	Mg/l	3.000 – 45.000	18.000
TSS	Mg/l	200 – 1.000	500
Organik Nitrogen	Mg/l	10 – 600	200
Amoniak Nitrogen	Mg/l	10 – 800	200
Nitrat	Mg/l	5 – 40	25
Total Phosphor	Mg/l	1 – 70	30
Alkaliniti	Mg/l	1.000 – 10.000	3.000
pH	-	5,3 – 8,5	6
Total Hardnes	Mg/l	300 – 10.000	3.500
Kalsium	Mg/l	200 – 3.000	1.000
Magnesium	Mg/l	50 – 1.000	250
Potassium	Mg/l	200 – 2.000	300
Natrium	Mg/l	200 – 2.000	500
Klorida	Mg/l	100 – 3.000	500
Sulfur	Mg/l	100 – 1.500	300
Total Besi	Mg/l	50 – 600	60
Orto Phosphor	Mg/l	1 – 50	20

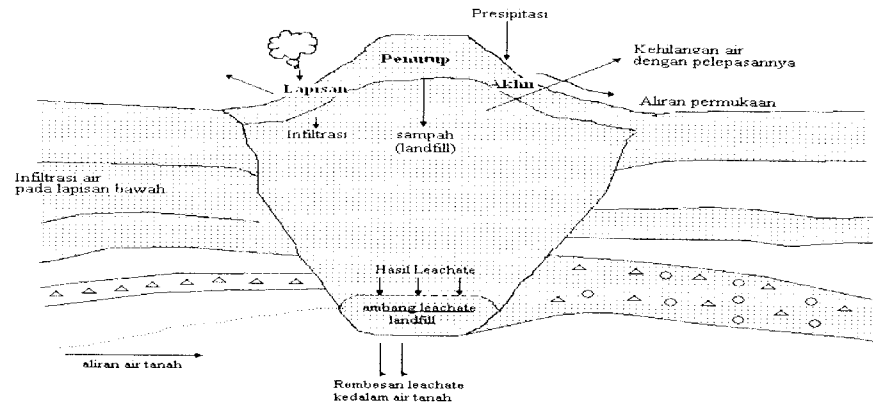
Sumber : Tchobanuglous, 1977

Data pada tabel tersebut menunjukkan bahwa kisaran nilai konsentrasi untuk beberapa unsur mempunyai perbedaan yang besar. Dalam hal ini tidak terdapat nilai rata-rata yang diberikan untuk lindi sampah. Nilai tipikal yang ditunjukkan dimaksudkan hanya sebagai pedoman.

2.1.3. Pengaruh Pencemaran Lindi

Pengaruh terhadap kesehatan dapat terjadi karena tercemarnya tanah dan air tanah. 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 tergantung pada oksigen akan mati.
- b. Air tanah yang dicemari oleh lindi yang berkonsentrasi tinggi, menyebabkan 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 jelas dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.2 Rembesan lindi ke dalam air tanah
 Sumber : Chatib, 1986.

2.2. Warna

Warna merupakan akibat suatu bahan terlarut atau tersuspensi dalam air, disamping adanya bahan pewarna tertentu yang kemungkinan mengandung logam berat. Warna pada lindi dapat disebabkan oleh karena dekomposisi bahan-bahan organik. Umur dari air lindi secara relatif dapat pula ditunjukkan dari warna lindi. Warna lindi menunjukkan kualitasnya, air lindi yang baru akan berwarna abu-abu, dan air lindi yang sudah basi akan berwarna gelap (Mahida, 1984). Warna tertentu dapat menunjukkan adanya logam berat yang terkandung dalam air buangan (Linsey dan Frasini, 1991).

Yang dimaksud zat 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). Dan juga karena adanya bahan-bahan yang tersuspensi yang termasuk bersifat koloid (Tchobanoglous, 1985). Berdasarkan studi yang dilakukan oleh Black dan Christman (1979) ditemukan bahwa zat organik di dalam air limbah adalah koloid yang bermuatan negatif.

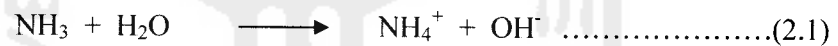
Zat warna adalah suatu senyawa yang kompleks yang dapat dipertahankan di dalam jaringan molekul-molekul. Zat warna merupakan gabungan dari zat organik yang tidak jauh, sehingga zat warna harus terdiri dari *chromogen* sebagai pembawa warna dan *Auksokrom* sebagai pengikat antara warna dengan serat. *Chromogen* adalah senyawa aromatik yang berisi *chromopore* yaitu zat pemberi warna yang berasal dari radikal kimia seperti kelompok azo ($N=N$). Agar warna dapat masuk dengan baik ke dalam bahan yang akan diberi warna maka diperlukan bahan dari *auxochrome* yaitu radikal yang memudahkan terjadinya pelarutan, misalnya kelompok pembentuk garam $-NH_2$ atau OH (wardana, 1994).

Air yang digunakan oleh masyarakat umum diijinkan dengan kriteria bahwa air tersebut mengandung tidak lebih dari 75 unit warna (PtCo), sedangkan yang disarankan tidak lebih dari 10 PtCo. Hal ini penting mengingat zat-zat warna banyak mengandung logam-logam yang bersifat toksis. Disamping bersifat toksis, fotosintesis juga terhambat di perairan yang mengandung warna sebesar 50 PtCo.

2.3. Nitrogen

Nitrogen dalam air lindi biasanya berada dalam bentuk organik atau bahan nitrogen protein atau urea. Nitrogen organik itu oleh bakteri secara cepat dapat diubah menjadi nitrogen amonia. Umur dari air lindi secara relatif dapat pula ditunjukkan dari jumlah amonia yang ada.

Dalam lingkungan aerobik, bakteri dapat mengoksidasi amonia menjadi nitrit dan nitrat dalam waktu tertentu. Keunggulan dari nitrogen nitrat berkenaan dengan kebutuhan oksigen dalam lindi adalah dapat dipakai sebagai indikasi bahwa air lindi telah stabil. Kematian dan peruaian protein tanaman dan hewan oleh bakteri menghasilkan pula amonia, karenanya untuk mencegah pertumbuhan yang tak terkendali nitrogen harus dikurangi atau dihilangkan. Amonia dalam larutan akan berbentuk ammonium atau amonia tergantung pH larutan, menurut keseimbangan reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Pada pH lebih besar dari 7 keseimbangan akan bergeser ke kiri, sedangkan pH di bawah 7 ammonium lebih dominan. Secara relatif nitrogen dalam bentuk nitrit pada air lindi kurang penting. Karena tidak stabil dan mudah dioksidasi menjadi bentuk nitrat. Standart nitrat dalam air minum dibatasi sampai 45 mg/L sebagai NO₃ (Depatremen Perindustri, 1987).

Analisa air lindi berurusan dengan lima kelompok nitrogen yang berbeda-beda yaitu: amonia bebas, amonia albuminomida, nitrogen organik, nitrit dan

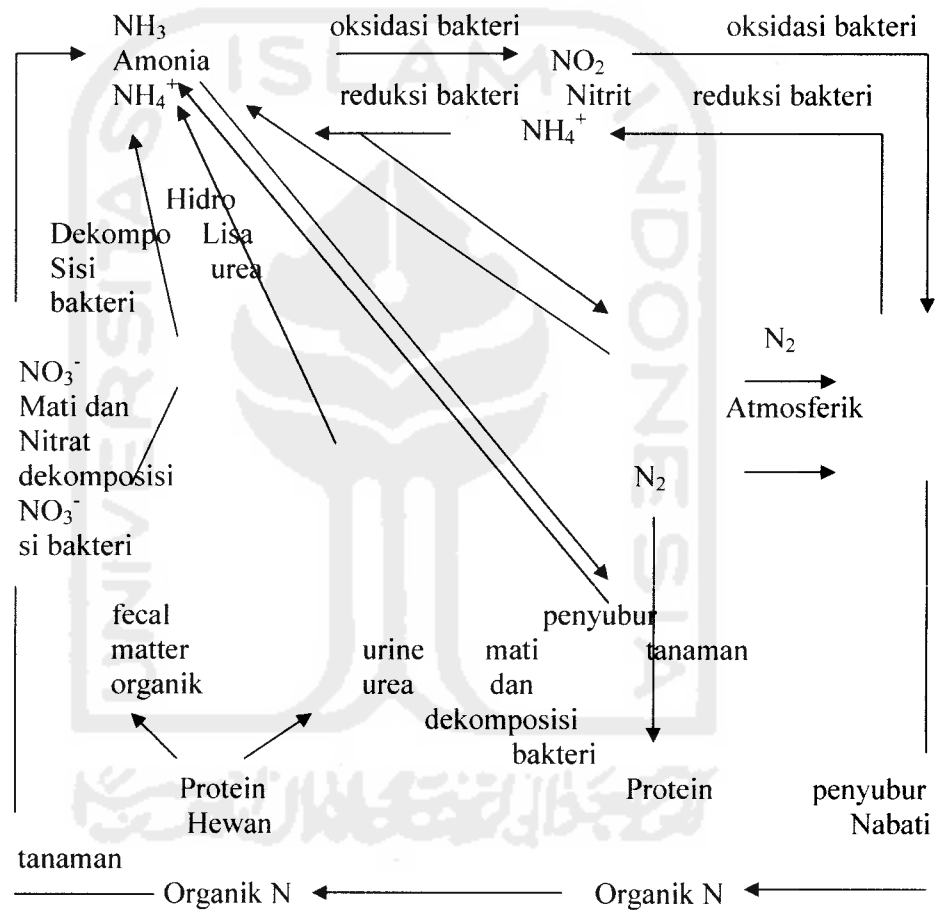
nitrat, campuran nitrogen sangat menarik perhatian. Hubungan-hubungan yang timbul di antara berbagai bentuk campuran nitrogen dan perubahan-perubahan yang terjadi dalam alam pada umumnya digambarkan dengan diagram “siklus nitrogen” yang terkenal. Di dalam air lindi kebanyakan nitrogen pada dasarnya terdapat dalam bentuk organik atau nitrogen protein dan amonia. Setingkat demi setingkat nitrogen organik itu dirubah menjadi nitrogen amonia, dan dalam kondisi-kondisi aerobik, oksidasi dari amonia menjadi nitrit dan nitrat terjadi sesuai waktunya. Penentuan-penentuan dari nitrogen dibuat untuk mengendalikan tingkat pemurnian yang tercapai dalam proses-proses pembenahan biologis, nitrifikasi yang menunjukkan tingkat keseimbangan selokan yang tinggi (Pencemaran Air, 1985).

2.4. Proses Pembentukan Nitrogen Organik

Suatu campuran nitrogen yang terdapat di dalam campuran organik dapat dianggap sebagai nitrogen organik. Dalam air lindi, kebanyakan dari nitrogen organik berada dalam bentuk protein-protein atau produk-produk yang diakibatkan oleh degradasi (penurunan kadar nilai) nitrogen organik menjadi amonia dalam bentuk pembusukan anaerobik sedangkan nitrit atau nitrat dalam pembusukan aerobik (Otto Soemarwoto, 1985).

2.5. Amonia (NH₃)

Amonia merupakan hasil dekomposisi dalam bentuk bebas sebagai NH₃ maupun dalam bentuk ion ammonium (NH₄⁺) masuk ke lingkungan kita dan makhluk yang mati diikuti dekomposisi bakteri dari protein hewani maupun nabati, dekomposisi dari kotoran binatang dan manusia dan reduksi nitrit ke amonia, seperti terlihat dalam gambar 2.1. (Tchobanoglous dan Burton, 1983).

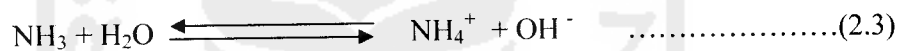


Gambar 2.3. Skema siklus nitrogen (Tchobanoglous dan Burton, 1983).

Amonia merupakan nitrogen yang menjadi NH_4^+ pada pH rendah dan disebut ammonium. Amonia sendiri berada dalam keadaan tereduksi (-3). Keseimbangan ion NH_4^+ dengan gas amonia di dalam air, dinyatakan sebagai berikut :

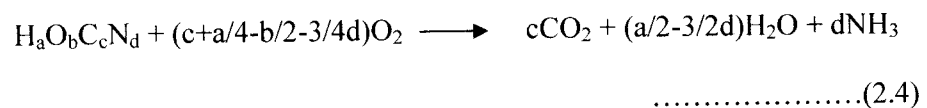


Amonia dapat larut dengan cepat di air. Gas amonia bereaksi dengan air membentuk ammonium hidroksida dengan melepaskan panas yang tinggi. Perubahan ammonium menjadi ammonium dan ion hidroksida berlangsung dengan cepat dan cenderung menaikkan pH larutan (limbah). Reaksi bolak-balik dari perubahan tersebut, yaitu :

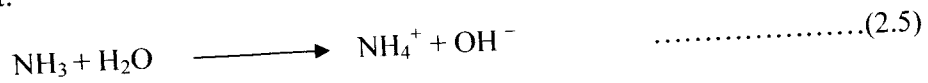


Perbandingan ion ammonium dengan molekul ammonium hidroksida adalah merupakan fungsi pH. Dalam pH 7 amonia lebih banyak berbentuk ion ammonium. (Tchobanoglous dan Burton, 1983).

Amonia dalam air permukaan berasal dari air seni (*urine*) dan tinja (*feces*) juga dari oksidasi zat organis ($\text{H}_a\text{O}_b\text{C}_c\text{N}_d$) secara mikrobiologis yang berasal dari alam atau air buangan industri dan penduduk (Alaerts, 1984). Sesuai reaksi sebagi berikut :

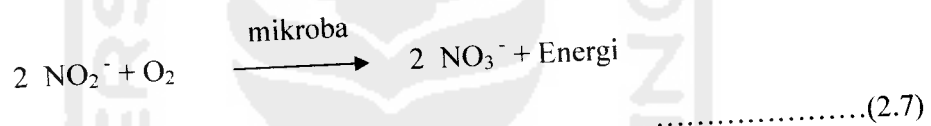
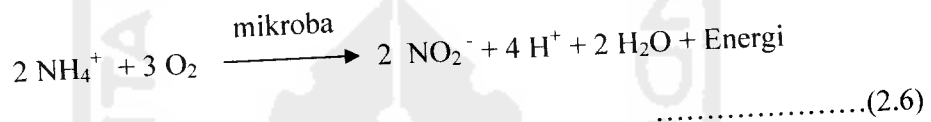


Amonia (NH_3) merupakan senyawa nitrogen yang menjadi ammonium pada pH rendah, menurut keseimbangan reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Pada $\text{pH} > 7$ keseimbangan bergeser ke kiri, sedangkan $\text{pH} < 7$ ammonium lebih dominan.

Dalam lingkungan aerobik, bakteri dapat mengoksidasi amonia menjadi nitrit dan nitrat dalam waktu tertentu.



Pada analisis terhadap nitrit menunjukkan bahwa jumlah nitrogen hanya sebagian saja yang mengalami oksidasi. Dengan demikian nitrit merupakan tingkat peralihan dalam proses perubahan zat organik ke dalam bentuk yang tetap. Oleh karena itu, nitrit tidak dapat ditemukan dalam lindi baru kecuali dalam jumlah kecil sekali, akan tetapi di dalam lindi yang sudah basi, nitrit dapat saja mempunyai kadar yang lebih besar.

Namun demikian, nitrit itu masih potensial untuk berubah dan dapat merosot menjadi amonia atau dioksidasikan menjadi nitrat. Terdapatnya nitrit dapat menunjukkan adanya lindi yang pembenahannya tidak sempurna.

Nitrat mewakili produk akhir dari pengoksidasian zat yang bersifat nitrogen sehingga jumlah nitrat itu menunjukkan lajunya pembersihan menuju oksidasi lengkap dan mantap serta dapat dipakai sebagai indikator bahwa lindi telah stabil. Lindi akan dibenahi secara efisien memperlihatkan kadar nitrat yang tinggi. Adanya nitrat dapat memberikan manfaat yang besar untuk menghambat atau mencegah terjadinya kondisi-kondisi anaerobik dan bau busuk pada lindi.

2.5.1. Proses pembentukan amonia

Amonia dalam air mudah terbentuk menjadi amonia hidroksida, karena amonia dan amonia hidroksida serupa.

Proses pembentukan amonia menurut Mahida (1986) ada 2 macam, yaitu :

1. Amonia Bebas

Amonia ini disebut juga nitrogen amonia, dihasilkan dari pembusukan secara bakterial zat-zat organik. Lindi yang masih baru secara relatif berkadar amonia bebas rendah dan berkadar nitrogen organik tinggi. Nitrogen amonia berkurang kadarnya ketika lindi dibenahi sedangkan keseimbangannya tercapai.

2. Amonia Albuminoida

Amonia albuminoida dianggap sebagai suatu ukuran bagi nitrogen organik yang mudah membusuk dan terdapat dalam lindi. Amonia albuminoida mewakili sebagian daripada seluruh nitrogen organik pada zat mana albuminoida itu mempunyai hubungan-hubungan yang dapat berlain-lainan dalam air limbah yang kasar.

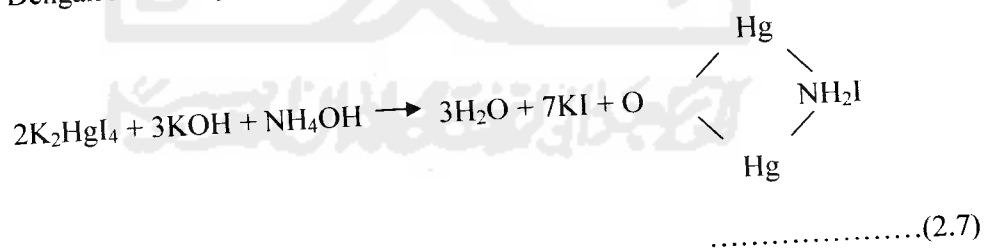
2.5.2. Karakteristik Amonia

Amonia digunakan dalam produksi pupuk (penggunaan yang terpenting), fiber dan plastik, bahan peledak, makanan hewan, pulp dan kertas, karet, cairan pembersih, makanan dan kosmetik.

- Sifat yang teramati : Tidak berwarna, beraroma tajam dan menusuk.
- Kondisi fisik : Gas yang lebih ringan dari udara, cair seperti gas bertekanan (NH_3), cair (NH_4OH)
- Daya larut : Dapat larut.
- Daya apung : Mengapung, mendidih dan bercampur, mudah larut dalam air, yang mana akan mengionisasi untuk membentuk ion amonium (NH_4^+).
- Terbakar : Bahaya kebakaran rendah.
- Meledak/terbakar : Tidak mudah terbakar, agak berbahaya meledak di ruangan tertutup pada perbandingan 16 – 25 % volume dengan udara di bawah kondisi tertentu.
- Kemantapan di media : Untuk amonia, 7 hari di dalam atmosfer (udara), bisa mengalami bermacam-macam reaksi yang menghasilkan NO_x dan aerosol seperti amonium sulfat atau nitrat. Pada permukaan air dan tanah mengalami nitrifikasi.

2.5.3. Sifat-sifat Amonia

1. Amonia adalah suatu zat kimia yang tidak menunjukkan adanya warna, ini merupakan suatu karakteristik. Dan jika diberi cahaya kemampuan warna akan sedikit nampak berupa gas yang terlarut dalam air, tetapi gas yang tercampur mempunyai ikatan lebih dari 16 berupa amonia (Tchobanoglous, 1979).
2. Merupakan gas yang tidak berwarna dan berbau busuk. Disimpan dalam keadaan cair pada tekanan 10 (sepuluh) atmosfer, titik leleh -77°C dan titik didih -33°C (Perdana Ginting, 1992).
3. Bila terkena api, gas ini mudah meledak dan gas amonia menyala pada suhu 629°C (Perdana Ginting, 1992)
4. Bersifat basa karena dapat membirukan lakmus merah.
5. Amonia apabila dilarutkan dalam air akan membentuk ammonium hidroksida pada derajat asam ± 7 (Tchobanoglous, 1979).
6. Amonia dalam keadaan basa apabila ditambah reagen nessler (suatu larutan K_2HgI_4 yang alkalis) akan terbentuk warna coklat kuning (Sri Sumestri, 1987), kalau terdapat banyak amonia akan terjadi endapan coklat (Hendardji, 1953).
Dengan reaksi seperti berikut :



2.5.4. Dampak pencemaran amonia

a. Gangguan terhadap kesehatan manusia

Kadar ammonium yang tinggi pada air yang dikonsumsi menyebabkan rasa yang tidak enak apabila diminum, hal ini disebabkan karena air tersebut menjadi berbau busuk yang sangat menusuk hidung.

Selain itu, kontaminasi melalui udara dan makanan ditinjau dari aspek peracunan (*toxicological aspect*) tidak begitu penting. Namun, kontaminasi melalui lingkungan pekerjaan yang terjadi karena suatu kecelakaan dapat mengakibatkan keracunan.

Tabel 2.2. Proses manusia terkontaminasi

Proses	Lingkungan masyarakat Indonesia	Pekerjaan	Kecelakaan
▪ Pernapasan	x	x	x
▪ Kontak (kulit dan mata)		x	x
▪ Pencernaan (makanan dan minuman)	x		x
▪ Pencernaan (langsung)			x

Sumber : Pedoman Pengelolaan Lingkungan Hidup, 1992

b. Gangguan terhadap badan air

Dengan adanya proses nitrifikasi dari ammonium menjadi nitrit kemudian menjadi nitrat akan banyak membutuhkan oksigen. Apabila proses ini terjadi terus menerus maka suatu saat kadar oksigen terlarut akan menurun dan akhirnya habis dan proses menjadi anaerob, yang mana proses ini dapat menimbulkan bau busuk.

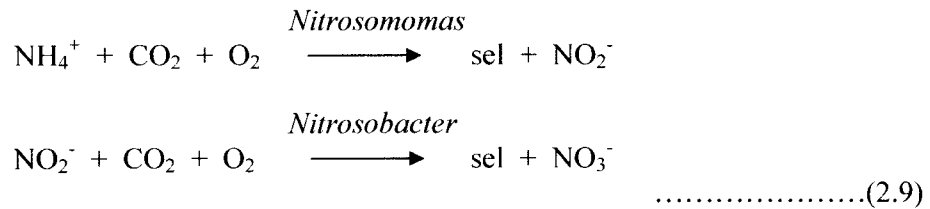
2.6. Nitrifikasi

Nitrifikasi dapat didefinisikan sebagai konversi biologis dari nitrogen dari komponen organik atau anorganik dari bentuk tereduksi ke bentuk teroksidasi. Pada penanganan polusi air, nitrifikasi adalah proses biologis yang akan mengoksidasi ion amonium menjadi bentuk nitrit atau nitrat.

Bahan organik yang mengandung unsur nitrogen bila mengalami oksidasi pada perlakuan penanganan limbah secara biologis maka akan menghasilkan amonia dari persenyawaan yang terbentuk dan persenyawaan tersebut akan dijumpai dalam bentuk larutan. Nitrogen dalam bentuk amonia dapat digunakan sebagai sumber nitrogen dan sumber energi bagi bakteri pembentuk nitrit dan nitrat atau bakteri nitrifikasi.

Bakteri nitrifikasi yang paling dikenal dan paling penting untuk proses nitrifikasi adalah *Nitrosomonas* yang mengoksidasi amonia menjadi nitrit dan *Nitrobacter* yang mengoksidasi nitrit menjadi nitrat. Selain itu dikenal pula bakteri-bakteri dari genus *Nitrospira*, *Nitrosococcus*, dan *Nitrosicytic* yang akan mengoksidasi amonia menjadi nitrit.

Mikroba yang digunakan dalam penanganan limbah biasanya yang bersifat autotrofik, komponen organik dapat menghambat pertumbuhan mikroba nitrifikasi bila terdapat dalam jumlah berlebihan. Proses nitrifikasi yang terjadi di tanah, penyaring menetes/trickling filter, tangki lumpur aktif dan pada pengolahan kompos menunjukkan bahwa proses tersebut terjadi pada lingkungan yang secara alamiah mengandung komponen organik dalam jumlah yang bervariasi. Secara singkat reaksi perubahantersebut adalah sebagai berikut:



Pada dasarnya, faktor-faktor yang berpengaruh pada proses nitrifikasi antara lain adalah waktu retensi (SRT), oksigen terlarut, suhu, pH, dan konsentrasi amonia dan nitrit.

2.6.1. Waktu Retensi

Faktor utama yang akan mempengaruhi kecepatan proses nitrifikasi adalah konsentrasi mikroba nitrifikasi. Jumlah mikroba nitrifikasi tersebut dapat dicerminkan dengan waktu generasi mikroba yang akan berhubungan dengan jumlah energi yang dibutuhkan selama proses oksidasi. Nitrifikasi adalah reaksi yang bersifat eksotermal. Energi bebas yang dibutuhkan untuk proses oksidasi ammonium menjadi nitrit atau dari nitrit menjadi nitrat adalah sekitar -65.5 hingga -84 kkal per molekul amonium dan -17.5 hingga -20 kkal per molekul nitrit yang dioksidasi. Energi tersebut digunakan untuk asimilasi karbon menjadi CO₂ atau ion bikarbonat. Energi yang dibutuhkan oleh mikroba nitrifikasi amonia lebih besar daripada energi yang dibutuhkan oleh mikroba nitrifikasi nitrit.

Proses nitrifikasi ini tergantung dari metabolisme mikroba aerobik dan mikroba untuk proses nitrifikasi mempunyai waktu generasi yang panjang yaitu dapat menjadi 10 jam atau lebih, tergantung dari lingkungan mikroba itu berada. Waktu retensi minimum dari penanganan nitrifikasi harus lebih lama daripada laju

pertumbuhan mikroba dan juga tergantung dari suhu proses dan konsentrasi bahan-bahan penghambat.

2.6.2. Oksigen Terlarut

Mikroba nitrifikasi adalah mikroba aerobik, oleh karena itu ketersediaan oksigen terlarut sangat dibutuhkan untuk menunjang kehidupan bakteri nitrifikasi apabila lingkungan hidupnya menunjang. Mikroba ini mempunyai batas-batas kritis tertentu dari oksigen terlarut yang harus tersedia tergantung pada jenis mikrobanya. Batas konsentrasi tersebut tidak dapat dengan tepat dipastikan namun biasanya sekitar 0.5 mg/L.

2.6.3. Suhu

Nitrifikasi dapat berlangsung dengan baik pada kondisi suhu 30-36°C yaitu tergolong mikroba misofilik. Nitrifikasi yang dilakukan pada suhu yang lebih rendah dari suhu optimumnya maka akan menyebabkan laju pertumbuhan mikroba akan sangat lambat dan berakibat pada peningkatan waktu retensinya. Pada kondisi tersebut proses nitrifikasi akan tetap berlangsung pada waktu yang lebih lama.

2.6.4. pH

pada umumnya mikroba nitrifikasi mempunyai pH optimum pada rentang basa. Selama proses nitrifikasi akan dihasilkan ion hidrogen yang akan menyebabkan penurunan pH. Pada umumnya, pH optimum bagi proses nitrifikasi

adalah antara 7.5-8.5. walaupun demikian, pada pH rendah proses nitrifikasi masih dapat berlangsung.

2.7. Membran

Membran adalah lapisan tipis yang memisahkan dua fase dan berlaku sebagai penghalang selektif untuk menyalurkan zat-zat.

Klasifikasi membran :

Tabel 2.3. Klasifikasi membran

Tipe membran	Ukuran
Macrophores (<i>Microfiltration</i>)	> 50 nm
Mesopores (<i>Ultrafiltration</i>)	2 > pore > 50 nm
Micropores (<i>Nanofiltration, RO</i>)	< 2 nm

2.7.1. Mikrofiltrasi

Umumnya dapat menyaring partikel-partikel, koloid-koloid, mikroorganisme- mikroorganisme (termasuk bakteri dan virus) yang berukuran 0.02 hingga 10 mikron. Ukuran fluks terbesar dibandingkan ultrafiltrasi, nanofiltrasi, atau RO. Pemisahan berdasarkan pada proses penyaringan (atau dikenal juga sebagai filtrasi permukaan).

2.7.2. Ultrafiltrasi

Proses penyaringan untuk pemisahan sebagai mikrofiltrasi. Tekanan sama dengan mikrofiltrasi. Perbedaan utama dengan mikrofiltrasi.: ukuran pori-pori (dimana mikrofiltrasi $> 0,1$ mikron). Untuk pemeliharaan air, ultrafiltrasi digunakan sebagai operasi klarifikasi dan disinfeksi. Memusnahkan semua jenis bakteri dan virus. Tekanan pengoperasian: 50 hingga 500 Kpa.

2.7.3. Nanofiltrasi

Nanofiltrasi dikenal juga dengan RO bertekanan rendah. Terletak diantara RO dan ultrafiltrasi dalam hal selektifitas. Pemusnahan ion-ion dan organisme-organisme multivalen. Ion-ion dan organisme-organisme multivalen tak tertolak sempurna (membutuhkan RO). Nanofiltrasi mengarah pada tekanan balik osmosis yang lebih rendah dari RO. Tekanan: 0,5 hingga 1,5 Mpa

Aplikasi Nanofiltrasi :

- Pemurnian air
- Pemusnahan zat-zat organik
- Pemusnahan ion-ion multivalen
- Penguraian garam dari produk reaksi organik
- Pemusnahan arsenik

2.8. Membran Keramik

Membran Keramik merupakan suatu proses penyaringan air (dalam penelitian ini adalah lindi dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Piyungan) dimana air yang akan diolah dilewatkan pada suatu media proses yaitu reaktor membran keramik. Dengan bantuan pompa, diberikan tekanan keatas sehingga diharapkan air dapat merembes melewati pori-pori dinding reaktor. Hal ini dipengaruhi oleh kombinasi campuran antara tanah lempung, pasir kuarsa dan serbuk gergaji yang dapat menurunkan ammonium (NH_4) dan warna di dalam limbah cair lindi.

Mekanisme proses yang terjadi dalam proses penyaringan adalah kombinasi dari beberapa fenomena yang berbeda, yang paling penting adalah antara lain :

- a. Proses penyaringan adalah proses pemurnian air dari partikel-partikel zat tersuspensi yang terlalu besar dengan jumlah pemisahan melalui celah-celah di antara butiran pasir (pori) yang berlangsung diantara permukaan pasir.
- b. Proses sedimentasi adalah proses pengendapan yang terjadi tidak berbeda seperti pada bak pengendap biasa, tetapi pada bak pengendap biasa endapan akan terbentuk hanya pada dasar bak, sedangkan pada filtrasi endapan dapat terbentuk pada seluruh permukaan butiran.
- c. Proses adsorpsi atau penyerapan dapat terjadi akibat tumbukan antara partikel-partikel tersuspensi dengan butiran pasir saringan, merupakan hasil daya tarik menarik antara partikel-partikel yang bermuatan listrik berlawanan. Media

pasir yang bersih mempunyai muatan listrik negatif dengan demikian mampu mengadsorpsi partikel-partikel positif.

- d. Aktifitas kimia, beberapa reaksi kimia akan terjadi dengan adanya oksigen maupun bikarbonat.
- e. Aktifitas biologis yang disebabkan oleh mikroorganisme yang hidup dalam filter.

2.8.1. Proses penyaringan (Filtrasi)

Filtrasi adalah suatu proses pemisahan zat padat dari fluida (cair maupun gas) yang membawanya menggunakan suatu medium berpori atau bahan berpori lain untuk menghilangkan sebanyak mungkin zat padat halus yang tersuspensi dan koloid. Tujuannya guna mendapatkan air bersih dalam pengolahan air minum atau dalam pengolahan air buangan. Di samping mereduksi kandungan zat padat, filtrasi dapat pula mereduksi kandungan bakteri, menghilangkan warna, rasa, bau, besi dan mangan (Ali Masduqi, 2002).

Pada filtrasi dengan media berbutir, terdapat tiga fenomena proses, yaitu :

1. Transportasi : meliputi proses gerak brown, sedimentasi, dan gaya tarik antar partikel.
2. Kemampuan menempel : meliputi proses *mechanical straining*, adsorpsi (fisik - kimia), biologis.
3. Kemampuan menolak : meliputi tumbukan antar partikel dan gaya tolak menolak.

2.8.2. Proses sedimentasi

Sedimentasi adalah pemisahan solid-liquid menggunakan pengendapan secara gravitasi untuk menyisahkan *suspended solid*. Sedimentasi (pengendapan) adalah proses yang paling umum dilakukan untuk memisahkan padatan terendapkan dari limbah.

Pada pengolahan air limbah, sedimentasi umumnya digunakan untuk:

1. Penyisihan grit, pasir, atau *slit* (lanau)
2. Penyisihan padatan tersuspensi pada clarifier pertama.
3. Penyisihan flok/Lumpur biologis hasil proses *activated sludge* pada clarifier akhir.
4. Penyisihan humus pada clarifier akhir setelah *trickling filter*. (Masqudi, 2002)

Limbah dengan bilangan Reynolds yang rendah dan kondisi aliran laminar memudahkan proses sedimentasi. Penggunaan praktis telah banyak dilakukan dengan mempertimbangkan kedalaman minimal, peningkatan area permukaan dan aliran yang laminar yang akan mempercepat waktu detensi sehingga proses sedimentasi akan lebih baik.

2.8.3. Proses adsorpsi

Adsorpsi atau penyerapan dapat terjadi akibat tumbukan antara partikel-partikel tersuspensi dengan butiran pasir saringan, merupakan hasil daya tarik menarik antara partikel-partikel yang bermuatan listrik berlawanan. Media pasir yang bersih mempunyai muatan listrik negatif dengan demikian mampu mengadsorpsi partikel-partikel positif.

Adsorpsi adalah serangkaian proses yang terjadi atas reaksi-reaksi permukaan zat padat (disebut adsorben) dengan zat pencemar (disebut adsorbat), baik pada fase cair maupun gas. Karena adsorpsi adalah fenomena permukaan, maka kapasitas adsorpsi dari suatu adsorben merupakan fungsi luas permukaan spesifik (Sawyer et al, 1994).

Adsorpsi secara umum adalah proses pengumpulan substansi terlarut yang ada dalam larutan oleh permukaan zat atau benda penyerap dimana terjadi suatu ikatan kimia fisik antara substansi dengan zat penyerap.

Adapun adsorpsi dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu :

- a. Adsorpsi fisik, yaitu terutama terjadi adanya gaya *van der Waals* dan berlangsung bolak-balik. Molekul yang teradsorpsi bebas bergerak disekitar permukaan adsorben dan tidak hanya menetap di satu titik. Ketika gaya tarik-menarik molekul antara zat terlarut dengan adsorben lebih besar dari gaya tarik-menarik zat terlarut dengan pelarut, maka zat terlarut akan teradsorpsi di atas permukaan adsorben. Adsorpsi fisik ini biasanya berlangsung dapat balik.
- b. Adsorpsi kimia, merupakan hasil dari gaya yang lebih besar dibandingkan dengan pembentukam senyawa kimia. Secara normal dahan yang teradsorpsi membentuk lapisan diatas permukaan berupa molekul-molekul yang tidak bebas bergerak dari permukaan satu ke permukaan lainnya. Jika permukaan tertutup oleh lapisan monomolekuler, kapasitas adsorben akan habis. Reaksi ini tidak berlangsung bolak-balik, sehingga adsorpsi kimia jarang yang bersifat dapat balik.

- c. Adsorpsi pertukaran, adalah adsorpsi yang diperankan oleh tarikan listrik antara adsorbat dan permukaan adsorben. Ion dari suatu substansi banyak berperan dalam adsorpsi ini. Ion akan terkonsentrasi di permukaan adsorben sebagai hasil tarikan elektrostatik ke tempat yang bermuatan berlawanan di permukaan. Pada umumnya, ion dengan muatan yang lebih besar, seperti ion valensi tinggi, akan tertarik lebih kuat menuju tempat yang bermuatan berlawanan daripada molekul-molekul yang bermuatan lebih kecil, seperti ion monovalen. Ion yang berukuran lebih kecil juga mempunyai tarikan yang lebih besar. Pertukaran ion termasuk dalam kelompok ini.

Bahan penyerap merupakan suatu padatan yang mempunyai sifat mengikat molekul pada permukaannya dan sifat ini menonjol pada padatan yang berpori-pori. Semakin halus atau kecil ukuran partikel adsorben, semakin luas permukaannya dan daya serap semakin besar.

Beberapa sifat yang harus dipenuhi oleh zat penyerap yaitu :

1. Mempunyai luas permukaan yang besar
2. Berpori-pori
3. Aktif dan murni
4. Tidak bereaksi dengan zat yang akan diserap.

Pemilihan adsorben pada proses adsorpsi mempengaruhi sorpsi. Beberapa adsorben yang sering digunakan pada proses adsorpsi misalnya : bentonit, tuff, pumice, zeolit, dan silika gel. Pemilihan adsorben juga mempengaruhi kapasitas adsorpsi. Adapun faktor yang mempengaruhi kapasitas adsorpsi yaitu :

1. Luas permukaan adsorben

Semakin luas permukaan adsorben, semakin banyak adsorban yang dapat diserap, sehingga proses adsorpsi dapat semakin efektif. Semakin kecil ukuran diameter partikel maka semakin luas permukaan adsorben.

2. Ukuran partikel

Makin kecil ukuran partikel yang digunakan maka semakin besar kecepatan adsorpsi. Ukuran diameter dalam bentuk butir adalah lebih dari 0.1 mm, sedangkan ukuran diameter dalam bentuk serbuk adalah 200 mesh (Tchobanoglus, 1991).

3. Waktu kontak

Waktu kontak merupakan suatu hal yang sangat menentukan dalam proses adsorpsi, waktu kontak yang lebih lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul adsorbat berlangsung lebih baik. Konsentrasi zat-zat organik akan turun apabila waktu kontakannya cukup dan waktu kontak berkisar 10 – 15 menit (Reynolds, 1982).

4. Distribusi ukuran pori

Distribusi pori akan mempengaruhi distribusi ukuran molekul adsorbat yang masuk ke dalam partikel adsorben.

2.8.4. Aktifitas kimia

Pada membran keramik beberapa reaksi kimia akan terjadi dengan adanya oksigen. Reaksi kimia yang terjadi dan yang sangat berperan adalah reaksi oksidasi oleh oksigen terlarut yang ada didalam air. Proses oksidasi dapat terjadi baik pada zat organik maupun pada zat anorganik.

2.9. Keramik

Keramik berasal dari bahasa Yunani “Keramos” yang berarti periuk atau belanga yang dibuat dari tanah (Astuti, 1997). Yang dimaksud dengan keramik adalah segala macam benda yang dibuat dari tanah liat, setelah kering kemudian dibakar hingga pijar sampai suhu tertentu, setelah itu didinginkan sehingga mencapai keras.

Menurut golongannya, keramik dapat dibagi dalam dua kelompok yaitu :

1. Keramik bakaran rendah (gerabah lunak)

Keramik bakaran rendah adalah semua bahan keramik yang dibakar dan dapat mencapai suhu pembakaran antara 900° C sampai 1050° C, misalnya keramik Plered Purwakarta, Kasongan, Keramik Pajetan Bali dan lain-lain. Keramik bakaran rendah pada umumnya berpori (*porous*), sehingga air didalamnya dapat merembes keluar melalui pori-pori dindingnya. Sering kita jumpai sebuah kendi terbuat dari tanah liat merah setelah diisi air tampak basah bagian dinding luarnya.

2. Keramik bakaran tinggi (gerabah keras)

Keramik bakaran tinggi adalah semua barang keramik yang dibakar hingga mencapai suhu pembakaran antara 1250° C dan 1350° C atau lebih. Yang termasuk dalam kelompok gerabah keras diantaranya adalah *stoneware* (lempung batu) dan porselen. Pada umumnya barang-barang keramik hasil dari bakaran tinggi sangat baik untuk tempat menyimpan air. Air tidak akan merembes keluar dari dinding keramik, karena tidak berpori-pori. Bila dipukul-pukul suaranya berdenting nyaring serta tidak akan mudah pecah bila saling bersentuhan dengan benda lainnya. Benda-benda porselen dapat dibuat setipis mungkin, seperti misalnya cangkir porselen yang tipis sekali sehingga dapat ditembus cahaya lampu.

2.10. Bahan Baku Keramik

Bahan baku dari keramik (gerabah) pada penelitian ini merupakan bahan alami, yaitu bahan-bahan asli yang berasal dari alam dan belum mengalami proses pengolahan oleh manusia, yaitu mineral lempung seperti kaolinit $(Al_2)(Si_2O_3)(OH)_4$ dan bentonit $(Al, Na, Ca, Mg)(Si_2O_5)(OH)_2$; SiO_2 mengandung mineral seperti pasir silica, dan serbuk gergaji.

2.10.1. Serbuk Gergaji

Serbuk gergaji adalah limbah padat yang selalu ada pada industri pengolahan kayu. Pada industri penggergajian, serbuk gergaji yang dihasilkan berkisar antara 11 – 15%, sedangkan pada industri kayu lapis dan molding

biasanya lebih kecil. Besarnya presentase limbah serbuk gergaji yang dihasilkan pada proses pengolahan kayu seperti penggergajian, tergantung dari beberapa faktor seperti jenis kayu, tipe gergaji, tebal bilah gergaji (*kerf*), diameter log, kualitas yang ingin dihasilkan dan lain-lain.

Serbuk gergaji umumnya banyak dimanfaatkan untuk bahan baku tungku pemanas atau bila diperkirakan akan menguntungkan, dimanfaatkan sebagai bahan baku pada pembuatan papan partikel. Dapat juga dimanfaatkan sebagai media pertumbuhan di persemaian. Selain itu, serbuk gergaji dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan briket arang (Suprotono, 1995).

2.10.2. Tanah Lempung

2.10.2.1 Susunan Tanah Lempung

Mineral lempung adalah mineral yang mempunyai komposisi silikat terhidrat aluminium dan magnesium dan mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

- a. Berukuran lebih kecil dari 0,002 m
- b. Struktur terutama berbentuk lapisan dan sebagian kecil berbentuk rantai.
- c. Berdosisasi permukaan.

Beberapa lempung terdiri dari sebuah mineral tunggal, tetapi ada juga yang tersusun dari campuran beberapa mineral lempung. Beberapa bahan lempung mengandung variasi dari sejumlah mineral non lempung seperti kuarsa, kalsit, pirit dan feldspar yang merupakan contoh-contoh penting. Selain itu juga, mengandung bahan-bahan organik dalam air.

Mineral lempung merupakan senyawa aluminium silikat yang terdiri dari satu atau dua unit dasar yaitu tetrahedral dan aluminium oktahedral. Setiap unit tetrahedral (berisi empat) terdiri dari empat atom oksigen mengelilingi satu atom silikon. Kombinasi dari unit-unit silika tetrahedral membentuk lembaran silika (*silica sheet*).

2.10.2.2 Klasifikasi Mineral Lempung

Berdasarkan struktur mineral lempung dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Amorf, Kelompok alofan
2. Kristalin
 - a. Tipe dua lapisan (struktur-struktur lembaran yang tersusun oleh satu lapisan silika tetrahedral dan satu lapisan aluminium oktahedral).
 - 1) Ekuidimensional
Kelompok kaolinite : kaolinite, nacrite, dictrite
 - 2) Memanjang
Kelompok halloysite
 - b. Tipe tiga lapisan (struktur-struktur lembaran yang tersusun oleh dua lapisan silika tetrahedron dan satu pusat lapisan dioktahedral atau triohedral).
 - 1) Kisi yang mengembang
 - Ekuidimensional
Kelompok montmorillonite : montmoriloni, saukonit, vermikulit

- Memanjang

Kelompok montmoriloni : nontronit, saonit, hektorit

2) Kisi yang tidak mengembang

Kelompok illite

- c. Tipe lapisan campuran yang teratur (susunan yang teratur pada lapisan yang bergantian dari tipe yang berbeda).
- d. Tipe struktur rantai (rantai yang mirip *hornblende* pada silika tetrahedron yang mengandung atom Al dan Mg)

Kelompok miscellaneous : Atapulgit, sepiolite, poligorskit.

2.10.2.3 Sifat Fisik Mineral Lempung

Mineral lempung mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

1. Flokulasi dan Deflokulasi

Flokulasi dan deflokulasi melukiskan keadaan agregasi dari butir-butir lempung bila bercampur dengan air, lempung-lempung kering atau mineral lempung dengan cepat akan menyerap air, dan air yang terserap itu akan mengendap dengan pemanasan 100 -200° C. Flokulasi adalah proses penggumpalan butir-butir lempung menjadi gumpalan yang lebih besar, sedangkan deflokulasi merupakan kebalikannya yaitu proses dispersi gumpalan-gumpalan menjadi bagian-bagian yang kecil

2. Plastisitas

Plastisitas adalah sifat yang memungkinkan lempung dapat diberi bentuk tanpa rekahan-rekahan dan bentuk tersebut akan tetap setelah gaya pembentuknya dihilangkan.

3. *Thixoptropy*

Thixoptropy atau daya bersuspensi adalah suatu sifat mineral lempung atau material lempung yang bila bercampur dengan suatu cairan akan membentuk suspensi. Sifat ini berkaitan dengan keplastisan.

4. Tekstur mineral lempung meliputi ukuran dan bentuk partikel lempung yang mempengaruhi keplastisan, kekuatan, mekanis, kemudahan pada pengeringan dan karakter produk setelah dibakar.

5. Warna lempung

Warna lempung ditentukan oleh kandungan senyawa-senyawa besi atau bahan-bahan karbon, kadang-kadang juga mineral mangan dan titan dalam jumlah yang cukup bisa mempengaruhi warna pada lempung.

6. Kekuatan panas pada mineral lempung

Mineral lempung akan kehilangan air pori-pori bila dilakukan pemanasan di atas suhu 150°C, sedangkan pemanasan pada suhu 400-900° C air akan meloncat ke atas dari kisi-kisi sebagai kelompok OH dan struktur kristal akan terhancurkan sebagian atau berubah.

2.10.2.4 Sifat Kimiawi Mineral Lempung

Mineral lempung mempunyai sifat-sifat kimiawi sebagai berikut :

1. Pertukaran ion

Salah satu sifat yang penting dari mineral lempung adalah pertukaran elektrik pada partikel dengan mineral lempung akan menarik kation dan anion melalui cara penukaran atau menetralsir, artinya dengan mudah digantikan oleh anion dan kation lain saat kontak dengan ion ion lain pada larutan yang encer.

2. Interaksi dengan air

a. Sifat hidrasi pada kandungan air yang relatif rendah

Sifat mineral lempung dalam air adalah kompleks dan penting sekali. Sifat ini mempertimbangkan penyerapan air oleh mineral lempung dari suatu keadaan yang relatif kering, yaitu interaksi terjadi ketika molekul air melekat pada permukaan partikel atau berhubungan dengan kation yang dapat berpindah. Penyerapan air oleh mineral lempung dapat terjadi baik oleh hidrasi permukaan kristal ataupun pertukaran kation.

b. Kandungan air yang tinggi (sifat lempung koloid)

Pengembangan osmosis pada ruang antar lapisan relatif besar diperlihatkan oleh bentuk pertukaran Na^+ dan Li^+ pada montmorilonit yang dapat dijelaskan dari teori lapisan ganda elektris. Dasarnya adalah lapisan lempung berharga negatif menyebabkan penarikan kation dan penolakan anion (Olphen, 1963).

c. Interaksi dengan bahan organik

Beberapa molekul organik yang terdapat di air, dapat dengan mudah diserap oleh mineral lempung. Pada beberapa kejadian terutama untuk molekul organik tak terkutub, kekuatan interaksinya relatif lemah hanya dengan penyerapan secara fisik. Ikatan antara mineral lempung dan bahan organik terjadi melalui :

- a. Ikatan hidrogen
- b. Kekuatan ion dwi kutub
- c. Pertukaran kation
- d. Pertukaran anion

Pada lempung-lempung yang kering, muatan negatif di permukaan dinetralkan oleh adanya *exchangable cation* (ion-ion positif yang mudah diganti) lempung tersebut dan terikat pada partikel oleh gaya tarik menarik elektrostik. Bila air kemudian ditambahkan pada lempung tersebut, kation-kation dan sejumlah kecil anion-anion (ion-ion bermuatan negatif) akan “berenang” diantara partikel-partikel itu. Keadaan seperti ini disebut sebagai lapisan ganda terdifusi (*diffuse double Layer*).

2.10.3. Pasir Kuarsa

Dalam penelitian ini pasir kuarsa digunakan sebagai komposisi campuran dalam pembuatan reaktor membran keramik. Pasir kuarsa mempunyai beberapa sifat cukup spesifik, sehingga untuk pemanfaatannya yang maksimal diperlukan pengetahuan yang cukup mengenai sifat-sifatnya. Sifat-sifat tersebut antara lain :

a. Bentuk butiran pasir.

Bentuk butiran pasir dapat dibagi 4 (empat) macam yaitu; membulat (*rounded*), menyudut tanggung (*sub-angular*), menyudut (*angular*), dan gabungan (*compound*). Pasir yang berbentuk bundar memberikan kelolosan yang lebih tinggi daripada bentuk yang menyudut.

b. Ukuran butiran pasir.

Butiran pasir yang berukuran besar/kasar memberikan kelolosan yang lebih besar sedangkan yang berbutir halus memberikan kelolosan yang lebih rendah. Pasir yang berbutir halus mempunyai luas permukaan yang lebih luas.

c. Sebaran ukuran butiran pasir.

Sebaran ukuran butiran pasir, dapat dibagi menjadi 4 macam, yaitu :

- 1) Sebaran ukuran butir sempit, yaitu susunan ukuran butir hanya terdiri dari kurang lebih 2 (dua) macam saja
- 2) Sebaran ukuran butir sangat sempit, yaitu 90 % ukuran butir pasir terdiri dari satu macam saja.
- 3) Sebaran butir pasir lebar, yaitu susunan ukuran butir terdiri dari kurang lebih 3 (tiga) macam.

4) Sebaran ukuran butir pasir sangat lebar, yaitu susunan ukuran butiran pasir terdiri dari lebih dari tiga (tiga) macam.

d. Susunan kimia.

Beberapa senyawa kimia yang perlu diperhatikan dalam pasir kuarsa adalah SiO_2 , Na_2O , CaO , Fe_2O_3 . Kandungan SiO_2 dipilih setinggi mungkin dan kandungan senyawa yang lain serendah mungkin. Makin tinggi kandungan SiO_2 makin tinggi daya penyerapannya. Secara umum pasir kuarsa Indonesia mempunyai komposisi :

- 1) SiO_2 : 35.50 - 99.85 %
- 2) Fe_2O_3 : 0.01 – 9.14 %
- 3) Al_2O_3 : 0.01 – 18.00 %
- 4) CaO : 0.01 – 0.29 %

2.11. Pembuatan Keramik

Pembuatan keramik dimulai dari proses pengolahan tanah, pembentukan badan keramik, pengeringan, dan penyusunan dalam tungku pembakaran.

1. Pengolahan bahan baku

Bahan pembuat keramik harus diolah terlebih dahulu sebelum bahan siap dibentuk karena hampir semua bahan alami murni mengandung banyak *grit*.

Pemisahan dapat dilakukan secara manual atau secara mekanis. Bahan-bahan keramik alam dihancurkan, disaring dan diambil ukuran butir bahan yang dikehendaki. Penyaringan dapat dilakukan dengan cara basah atau kering.

2. Pembentukan badan keramik

Pembentukan badan keramik ada beberapa cara antara lain *die pressing*, *rubber mold pressing*, *extrusion molding*, *slip casting* dan *injection molding* (Ichinose, 1997). *Die pressing* (tekan mati) digunakan pada bahan pembuat tepung dengan kadar cairan 10 – 20% dan cukup menjadi padat dengan tekanan. Produknya antara lain ubin lantai dan ubin dinding. *Rubber mold pressing* digunakan pada bubuk padat seragam. Disebut *rubber mold pressing* karena penggunaan cetakan yang seperti sarung dari batu penggosok. Bahan diletakkan dalam cetakan dan ditekan dengan menggunakan tekanan hidrostatik dalam ruang. *Extrusion molding* merupakan pembentukan bahan dengan menggunakan menggeser campuran bahan plastis kaku pada lubang mati, contoh produknya adalah pipa selokan dan ubin lekuk. *Slip casting* dipakai jika larutan bahan cukup encer dan dimanfaatkan untuk membuat barang-barang yang cukup banyak. *Injection molding* merupakan teknik pembuatan badan keramik dengan cara menekan bahan keramik pada cetakan.

3. Pengeringan

Pengeringan disini dimaksudkan untuk menghilangkan apa yang disebut dengan plastisnya saja, sedang air yang terikat dalam molekul tanah liat (air kimia) hanya bisa dihilangkan melalui pembakaran. Tujuan dari pembakaran adalah untuk memberikan kekuatan kepada barang-barang mentah sehingga dapat disusun dalam tungku dan menghilangkan air yang berlebihan, yang menimbulkan kesukaran-kasukaran dalam proses pembakaran. Kerusakan yang dapat terjadi antara lain perubahan bentuk dan retak-retak.

Beberapa cara pengeringan yang dapat dilakukan antara lain dianginkan, dipanaskan dalam alat khusus dan membungkus benda dengan kain yang agak basah (Astuti, 1997). Pada pembuatan keramik dengan teknologi maju, proses pengeringan ini dilakukan langsung dengan proses pembakaran.

4. Pembakaran

Proses pembakaran bahan keramik sering juga disebut *Sinering processes*. Suhu yang dipakai dalam pembakaran sangat tergantung dari metode, bahan yang akan dibakar dan benda hasil bakar. Sebagai contoh pada metode standar *Pressure sintering* dengan materi dasar Si_3N_4 memerlukan suhu $1700\text{ }^\circ\text{C}$ – $1800\text{ }^\circ\text{C}$ dengan tekanan $200 - 500\text{ Kg/cm}^2$. *Reaction sintering* dengan bahan dasar SiO_2 dibakar pada suhu $1350\text{ }^\circ\text{C}$ – $1600\text{ }^\circ\text{C}$. *Chemical vapor deposition* (CVD) dengan bahan dasar SiH_4 dan NH_3 dipanaskan pada suhu $800\text{ }^\circ\text{C}$ – $1400\text{ }^\circ\text{C}$. Selain itu masih ada metode-metode lain seperti *Hot Isolatic Press* (HIP), *atmospheric pressure sintering*, *Ultra high pressuresintering*, *Post reaction sintering* dan *recrystallization sintering* (Ichinose, 1987).

Dalam proses pembakaran, jenis air yang harus dihilangkan adalah air suspensi, air antar partikel, air pori antar partikel setelah pengerutan, air terserap (*adsorpsi*) pada partikel dan air kisi dalam struktur kristalnya (Hartono, 1992).



Tahap dalam pembakaran dapat dijelaskan sebagai berikut :

1) Tahap penghilangan uap

Suhu bakar tahap ini berlangsung dari awal sampai sekitar suhu 500 °C. Tujuannya adalah untuk menghilangkan molekul-molekul air pada bahan, membakar unsur karbon dan unsur organik bahan. Pembakaran harus dilakukan perlahan-lahan sampai semua molekul air hilang, jangan sampai ada molekul air yang terjebak dalam bahan karena akan terjadi letupan yang merusak bahan. Pada suhu 300 °C – 400 °C zat-zat organik dan unsur karbon akan terbakar habis.

2) Tahap penggelasan

Setelah air dalam bahan habis, suhu dapat ditingkatkan sedikit demi sedikit. Pembakaran suhu yang paling menentukan adalah pada suhu 573 °C. Pada suhu ini tungku pembakaran mulai menjadi merah panas dan terjadi penggantian fisik silika. Pada proses pendinginan suhu 573 °C juga merupakan titik kritis, sehingga sering disebut sebagai *inverse kwarsa*. Setelah suhu mencapai 600 °C tingkat bakar dapat dipercepat sampai terbentuk sinter (kilau) dari bahan yaitu terjadi pada suhu 900 °C - 1200 °C.

3) Tahap pendinginan

Pendinginan dilakukan perlahan-lahan, setelah suhu bakar yang dikehendaki tercapai. Jika suhu pembakaran dihentikan maka suhu tungku akan turun sedikit demi sedikit, sampai pada suhu kamar. Penurunan suhu yang demikian bertujuan untuk menghindari terjadinya keretakan pada keramik dan menjaga

kondisi tungku bakar (Astuti, 1997). Untuk tungku bakar yang bagus disediakan fasilitas pendingin dengan mengalirkan udara.

2.12. Hipotesa

Hipotesa yang diambil dari penelitian ini adalah teknologi membran keramik efisien untuk menurunkan konsentrasi amonium (NH_4) dan warna yang terdapat dalam limbah cair lindi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Piyungan.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Umum

Proses dari penelitian menggunakan membran keramik ini adalah limbah cair lindi dari tempat penampungan (*inlet*) akan mengalir melalui pipa secara kontinyu menuju membran keramik (gerabah), dengan bantuan pompa. Lindi yang mengalir ke dalam membran keramik tersebut akan merembes melewati pori-pori dinding keramik, yang kemudian ditampung di dalam penampungan yang berupa corong. Lindi yang ditampung didalam corong dialirkan ke pipa *outlet* untuk kemudian dilakukan uji laboratorium.

Penelitian ini merupakan gabungan dari proses sedimentasi, filtrasi dan adsorpsi, yang bertujuan untuk menurunkan kandungan konsentrasi ammonium (NH_4) dan warna didalam limbah cair lindi.

3.2. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian lapangan (*field experiment*), yang dilakukan dengan percobaan dalam batasan waktu tertentu terhadap ammonium (NH_4) dan warna dari limbah cair lindi pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Piyungan dengan menggunakan membran keramik.

3.3. Objek Penelitian

Sebagai objek penelitian ini adalah ammonium (NH_4) dan warna dari limbah cair lindi pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Piyungan.

3.4. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan beberapa lokasi yaitu :

- a. Lokasi pengambilan sampel limbah cair lindi bertempat di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Piyungan, Yogyakarta. Dengan titik pengambilan sampel adalah pada kolam pengolahan terakhir unit pengolahan limbah cair lindi di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Piyungan, Yogyakarta.
- b. Lokasi pengambilan serbuk gergaji adalah pada tempat penggergajian kayu yang berlokasi di jalan Kaliurang Km. 14 Yogyakarta.
- c. Lokasi pembuatan membran keramik dilakukan di Balai Kesenian, Kasongan, Yogyakarta
- d. Lokasi *running* membran keramik dan tempat analisa sampel dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

3.5. Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilakukan pada bulan Juni – September 2006, dengan rincian sebagai berikut :

- a. Pembuatan keramik sampai dengan penyusunan alat dilakukan pada minggu ke tiga bulan Juli.

- b. Pengambilan sampel, *running* reaktor membran keramik dan uji analisis laboratorium dilakukan pada bulan Agustus.
- c. Pengolahan data, penyusunan data dan penyusunan laporan tugas akhir pada bulan September.

3.6. Variabel Penelitian

1. Variabel bebas (*Independent Variable*)

- Tinggi membran 12 cm
- Diameter bagian atas keramik 2,5 cm
- Diameter bagian bawah keramik 9 cm
- Variasi waktu untuk menghitung laju penurunan amonia (NH_4) dan warna.

2. Variabel terikat (*Dependent Variable*)

Parameter yang diteliti adalah ammonium (NH_4) dan warna.

3.7. Parameter Penelitian

Tabel 3.1 Parameter Penelitian

No.	Parameter	Metode Pengujian
1.	Amonium (NH_4)	Metode kjedal secara spektrofotometri, menggunakan Standard Methods
2.	Warna	Metode spektrofotometri menggunakan SNI M-03-1989-F

3.8. Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian meliputi persiapan serbuk gergaji, pembuatan membran keramik, pembuatan rangkaian reaktor membran keramik, pengambilan limbah cair lindi di TPA Piyungan serta proses *running* reaktor. Pelaksanaan penelitian secara lengkap akan diuraikan seperti dibawah ini :

3.8.1. Persiapan Serbuk Gergaji

Serbuk gergaji diambil dari sisa penggergajian dengan menggunakan mesin listrik. Ukuran dari serbuk gergaji yang akan digunakan adalah sekitar ± 50 mesh, atau setelah mengalami penyaringan. Serbuk gergaji yang digunakan berasal dari kayu sengon. Penggunaan serbuk gergaji ini bertujuan untuk membentuk pori pada reaktor membran keramik dengan variasi komposisi serbuk gergaji yaitu 5%, 7.5%, dan 10%.

3.8.2. Pembuatan Membran Keramik

Membran keramik yang akan digunakan dalam penelitian ini terbuat dari komposisi antara lain :

1. Tanah lempung
2. Pasir kuarsa

Komposisi pasir kuarsa adalah 10 % dari berat tanah lempung, untuk setiap 5 kg tanah lempung

3. Serbuk gergaji

Komposisi serbuk gergaji ada tiga variasi yaitu 5%, 7.5%, dan 10%.

Dimensi membran dari membran keramik adalah :

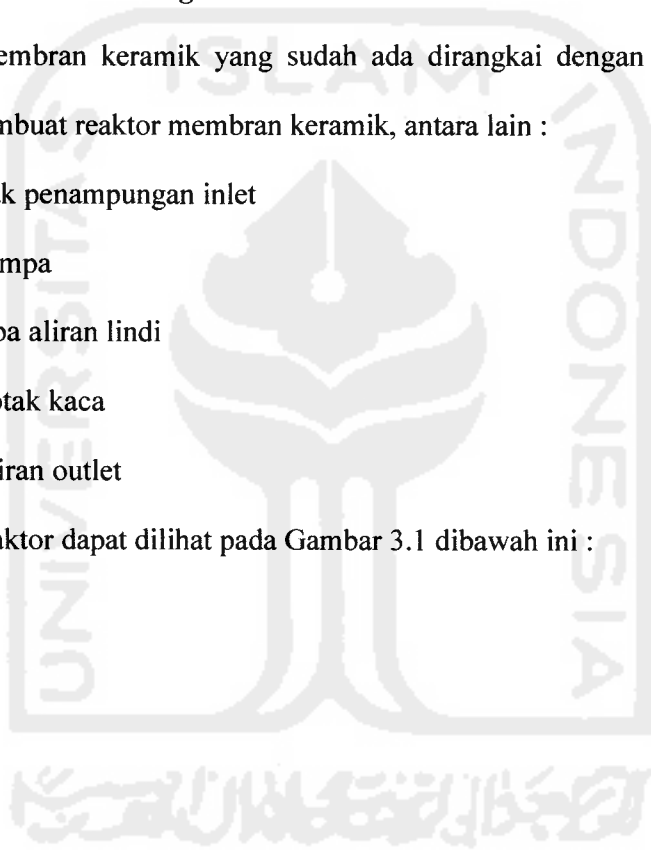
- Tinggi membran 12,5 cm
- Diameter bagian atas keramik 2,5 cm
- Diameter bagian bawah keramik 9 cm

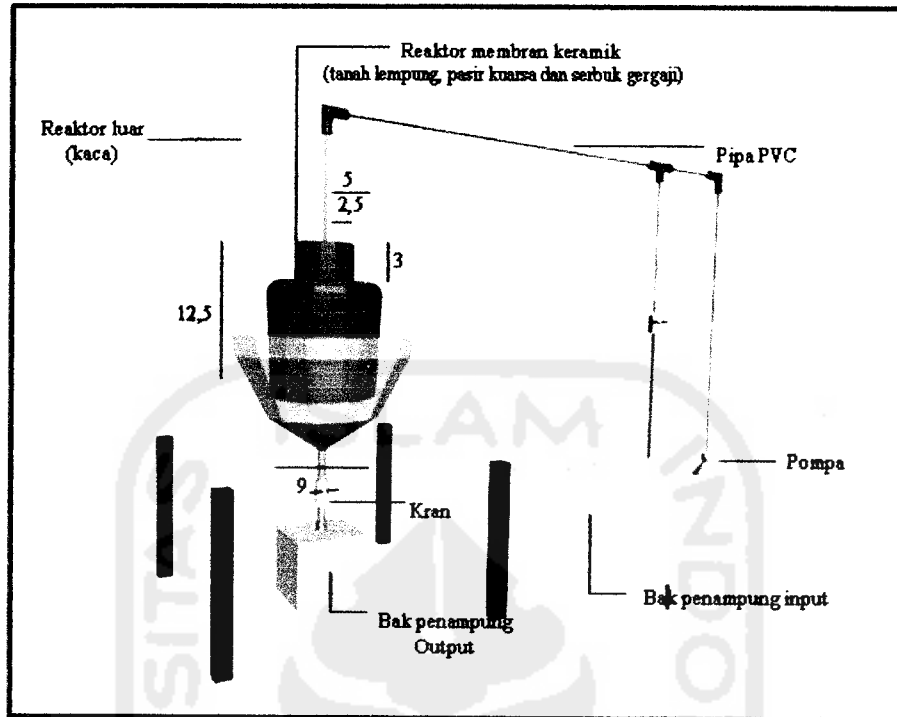
3.8.3. Pembuatan Rangkaian Reaktor Membran Keramik

Membran keramik yang sudah ada dirangkai dengan perlengkapan lain untuk membuat reaktor membran keramik, antara lain :

- Bak penampungan inlet
- Pompa
- Pipa aliran lindi
- Kotak kaca
- Aliran outlet

Desain reaktor dapat dilihat pada Gambar 3.1 dibawah ini :





Gambar 3.1 Reaktor membran keramik

3.8.4. Pengambilan Limbah Cair Lindi

Limbah cair lindi sampah domestik yang akan dipergunakan sebagai objek penelitian berasal dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Piyungan, Yogyakarta. Pengambilan lindi adalah dengan titik sampel pada kolam terakhir unit pengolahan lindi di TPA Piyungan, dan pewadahan lindi menggunakan jerigen plastik sebanyak 40 liter.

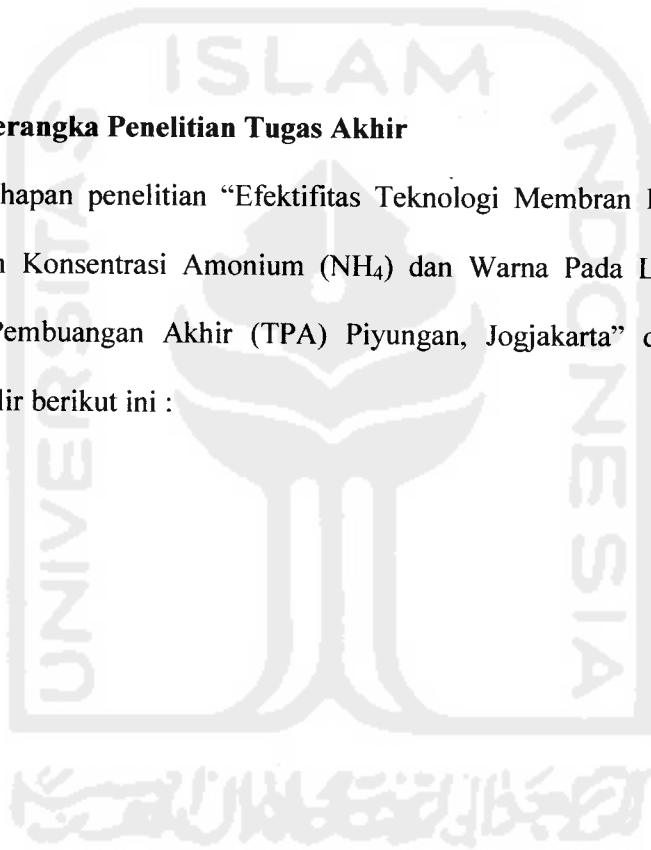
3.8.5. Proses *Running* Reaktor Membran Keramik

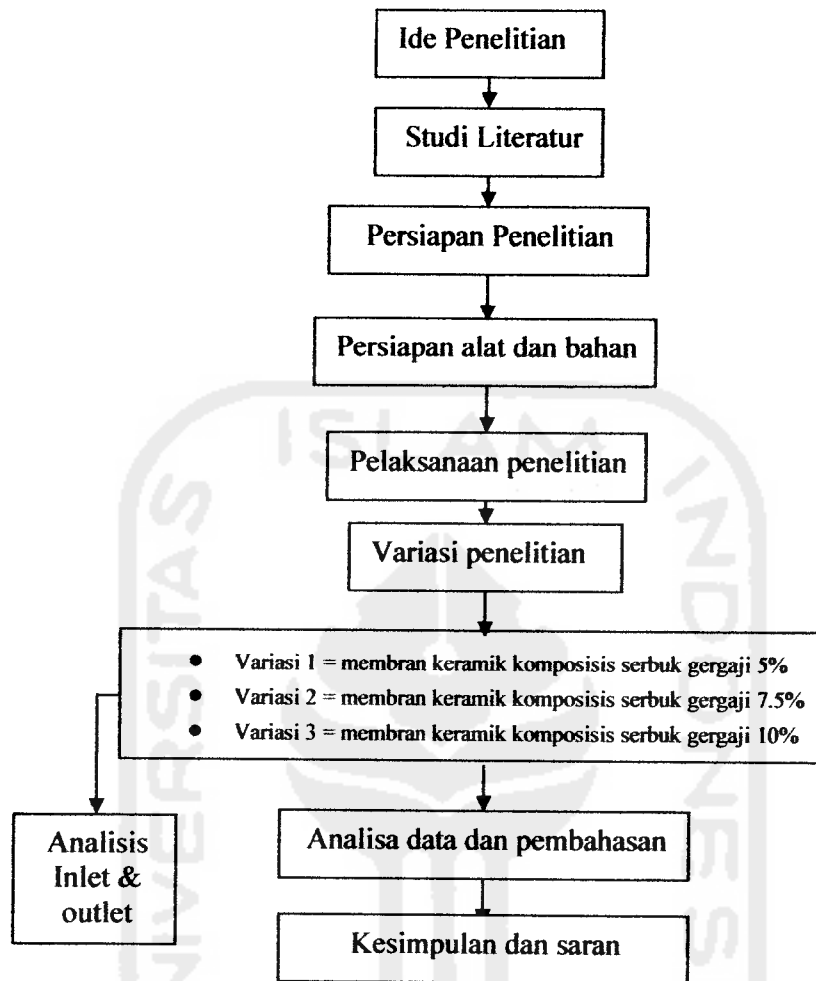
Proses *running* reaktor membran keramik dilakukan sesegera mungkin setelah lindi diambil dari TPA Piyungan, Yogyakarta. Limbah cair lindi yang

digunakan sebelumnya telah dilakukan pengenceran sebanyak tiga kali, untuk mengurangi mengurangi resiko penyumbatan (*clogging*) pada reaktor membran keramik. Proses *running* reaktor membran keramik berjalan selama 360 menit dengan pengambilan inlet dilakukan pada inlet awal dan inlet akhir penelitian. Dan pengambilan outlet dilakukan setiap 60 menit. Kemudian inlet dan outlet yang diambil dari proses *running* reaktor membran keramik dilakukan uji laboratorium.

3.9. Kerangka Penelitian Tugas Akhir

Tahapan penelitian “Efektifitas Teknologi Membran Keramik Terhadap Penurunan Konsentrasi Amonium (NH_4) dan Warna Pada Limbah Cair Lindi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Piyungan, Jogjakarta” dapat dilihat pada diagram alir berikut ini :





Gambar 3.2 Diagram alir penelitian

3.10. Analisa Laboratorium

Effluent hasil penelitian dilakukan uji analisa di Laboratorium Kualitas Air jurusan Teknik Lingkungan, FTSP, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

Tahap-tahap dalam analisa laboratorium, yaitu :

- a. Pengambilan dan pengujian sampel awal.

- b. Waktu pengambilan sampel adalah dilakukan setiap jam 6 jam selama proses penelitian. Penelitian dilakukan dalam waktu 3 hari. Dilakukan pengawetan terhadap sampel dengan menggunakan H₂SO₄ pekat sampai nilai pH = 2.
- c. Pengambilan sampel yaitu pada *inlet* dan *outlet*.
- d. Tiap sampel dilakukan dua kali pengujian (*duplo*).

3.11. Analisa Data

Data hasil percobaan akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Untuk mengetahui efisiensi dari reaktor membran keramik terhadap penurunan konsentrasi amonium (NH₄) dan warna pada air limbah cair lindi digunakan rumus *Overall Efficiency* (Metcalf & Eddy, 1991) :

$$\eta = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100 \%$$

Dimana ; η = Overall Efficiency (%)
 C_o = Konsentrasi Awal (mg/l)
 C_e = Konsentrasi Akhir (mg/l)

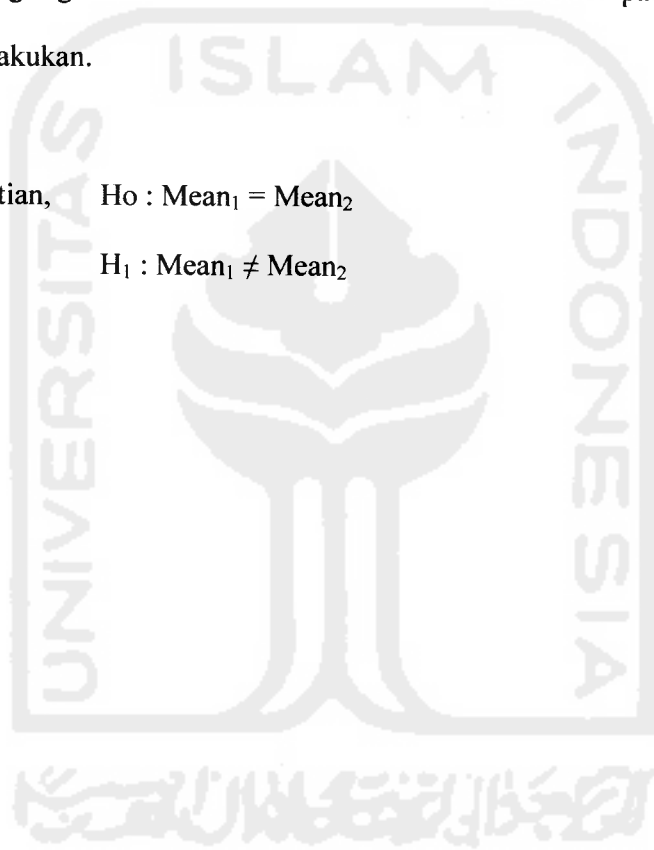
Sedangkan untuk memudahkan dalam pengolahan data, maka dipergunakan *software* statistik, yaitu T-Test. Uji T-Test digunakan dengan tujuan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan yang signifikan antara *inlet* dan *outlet* pada percobaan yang dilakukan.

Pada uji analisa T-Test, pengambilan keputusan dilakukan berdasarkan hasil yang diperoleh, yaitu :

- Jika probabilitas $> 0,05$,maka H_0 diterima, artinya adalah tidak ada perbedaan yang signifikan antara konsentrasi *inlet* dan *outlet* pada penelitian yang dilakukan.
- Jika probabilitas $< 0,05$, maka H_0 ditolak, artinya adalah ada perbedaan yang signifikan antara konsentrasi *inlet* dan *outlet* pada penelitian yang dilakukan.

Dengan artian, $H_0 : \text{Mean}_1 = \text{Mean}_2$

$H_1 : \text{Mean}_1 \neq \text{Mean}_2$



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Hasil pengukuran porositas membran keramik dalam tiap variasi campuran serbuk gergaji dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.1 Porositas membran keramik

Membran keramik	Jari-jari (angstrom)	Diameter (μ)
5 % serbuk gergaji	17.520755	35×10^{-4}
7.5 % serbuk gergaji	17.201323	34.4025×10^{-4}
10 % serbuk gergaji	16.945902	33.8918×10^{-4}

Hasil penelitian dari pengolahan limbah cair lindi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Piyungan menggunakan teknologi membran keramik, dengan parameter uji, yaitu ammonium (NH_4) dan warna adalah sebagai berikut :

4.1.1. Konsentrasi Ammonium (NH_4)

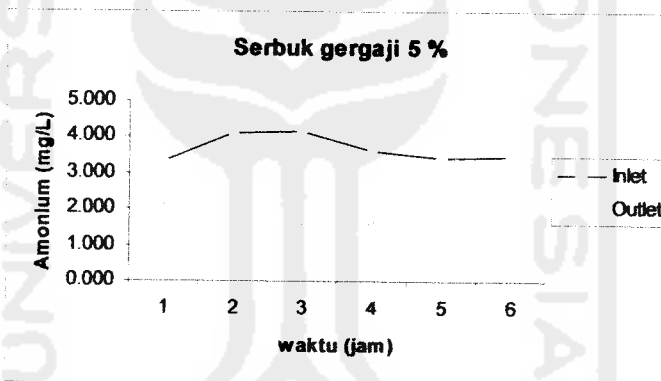
Pada pelaksanaannya percobaan dilakukan sebanyak tiga kali. Hal tersebut dikarenakan adanya variasi komposisi dari serbuk gergaji pada membran keramik, yaitu 5%, 7.5%, dan 10%. Hasil penelitian yang menunjukkan efisiensi dari membran keramik terhadap penurunan konsentrasi amonium (NH_4) dapat dilihat pada Tabel 4.2, 4.3, dan 4.4 dengan grafik hubungan antara konsentrasi ammonium (NH_4) pada *inlet* dan *outlet* yang dapat dilihat pada Gambar 4.1, 4.3,

dan 4.5 serta efisiensi dari membran keramik tersebut pada Gambar 4.2, 4.4, 4.6 dibawah ini :

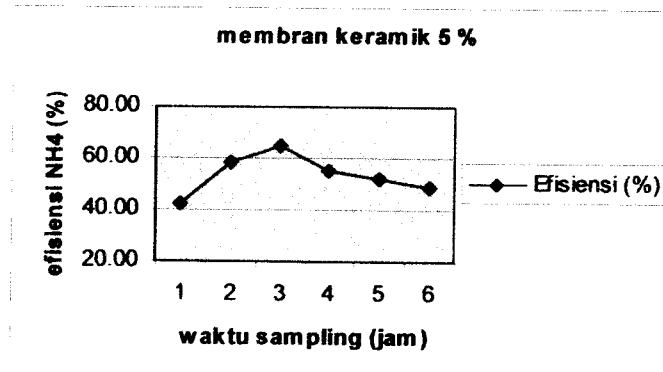
4.1.1.1. Konsentrasi Ammonium (NH₄) pada Membran keramik 5%

Tabel 4.2 Hasil analisa ammonium (NH₄) menggunakan membran keramik 5%

Waktu (jam)	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	Efisiensi (%)
1	3.803	2.177	42.76
2	4.139	1.736	58.06
3	4.149	1.467	64.64
4	3.650	1.632	55.28
5	3.434	1.638	52.29
6	3.477	1.790	48.53
rata-rata	3.775	1.740	53.60



Gambar 4.1. Konsentrasi amonium (NH₄) pada *inlet* dan *outlet* dalam tiap jam pengambilan sampel pada membran keramik dengan serbuk gergaji 5%



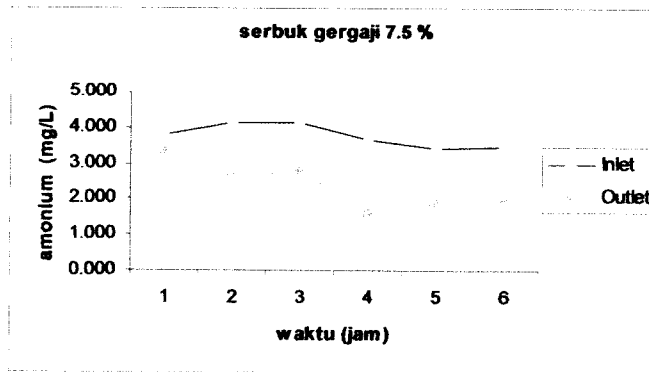
Gambar 4.2 Efisiensi ammonium (NH_4) pada Membran Keramik dengan serbuk gergaji 5 %

Pada Tabel 4.2, Gambar 4.1, dan Gambar 4.2 diatas dapat dilihat terjadinya penurunan konsentrasi ammonium (NH_4) pada outlet. Pada membran keramik dengan serbuk gergaji 5% ini, nilai efisiensi ammonium (NH_4) yang paling tinggi ditunjukkan pada jam ke-3, yaitu sebesar 64.64%. Sedangkan untuk nilai efisiensi ammonium (NH_4) yang paling kecil adalah pada jam ke-1, dengan nilai efisiensi sebesar 42.76%.

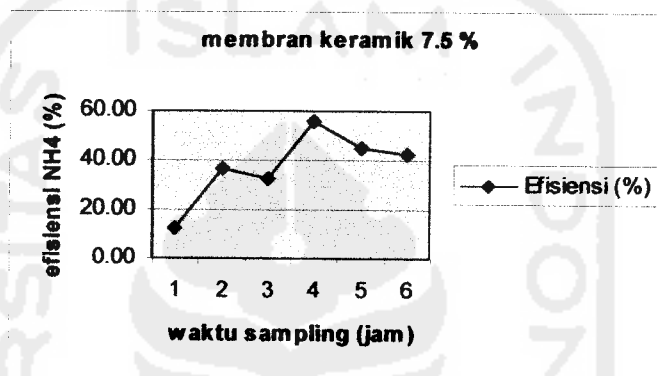
4.1.1.2. Konsentrasi Ammonium (NH_4) pada Membran keramik 7.5%

Tabel 4.3 Hasil analisa ammonium (NH_4) dengan membran keramik 7.5%

Waktu (jam)	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	Efisiensi (%)
1	3.803	3.320	12.70
2	4.139	2.607	37.01
3	4.149	2.801	32.50
4	3.650	1.602	56.10
5	3.434	1.887	45.04
6	3.477	1.988	42.84
rata-rata	3.775	2.367	37.70



Gambar 4.3 Konsentrasi amonium (NH₄) pada *inlet* dan *outlet* dalam tiap jam pengambilan sampel pada membran keramik dengan serbuk gergaji 7.5%

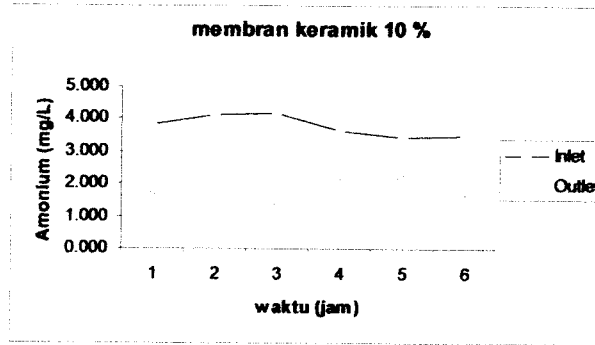


Gambar 4.4 Efisiensi amonium (NH₄) pada Membran Keramik dengan serbuk gergaji 7.5 %

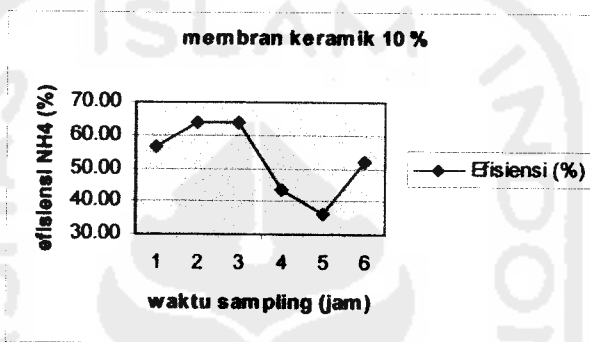
Pada Tabel 4.3, Gambar 4.3, dan Gambar 4.4 diatas dapat dilihat terjadinya penurunan konsentrasi amonium (NH₄) pada *outlet*. Pada membran keramik dengan serbuk gergaji 7.5% ini, nilai efisiensi amonium (NH₄) yang paling tinggi ditunjukkan pada jam ke-4, yaitu sebesar 56.10%. Sedangkan untuk nilai efisiensi amonium (NH₄) yang paling kecil adalah pada jam ke-1, dengan nilai efisiensi sebesar 12.70%.

4.1.1.3. Konsentrasi Ammonium (NH₄) pada Membran keramik 10%

Tabel 4.4 Hasil percobaan dengan membran keramik 10%



Gambar 4.5 Konsentrasi amonium (NH₄) pada *inlet* dan *outlet* dalam tiap jam pengambilan sampel pada membran keramik dengan serbuk gergaji 10%



Gambar 4.6 Efisiensi amonium (NH₄) pada Membran Keramik dengan serbuk gergaji 10 %

Pada Tabel 4.4, Gambar 4.5, dan Gambar 4.6 diatas dapat dilihat terjadinya penurunan konsentrasi amonium (NH₄) pada *outlet*. Pada membran keramik dengan serbuk gergaji 10% ini, nilai efisiensi amonium (NH₄) yang paling tinggi ditunjukkan pada jam ke-3, yaitu sebesar 64.03%. Sedangkan untuk nilai efisiensi amonium (NH₄) yang paling kecil adalah pada jam ke-5, dengan nilai efisiensi sebesar 36.48%.

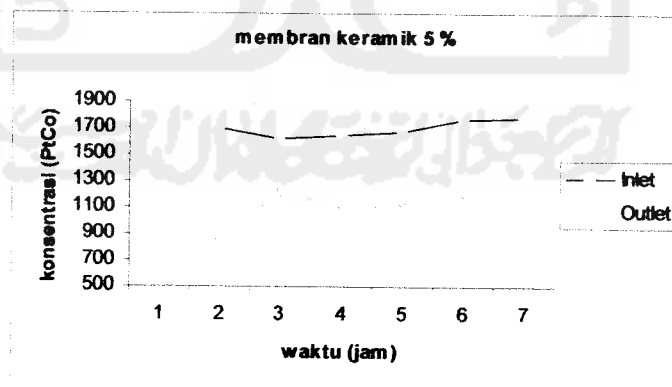
4.1.2. Konsentrasi warna

Pada pelaksanaannya percobaan dilakukan sebanyak tiga kali. Hal tersebut dikarenakan adanya variasi komposisi dari serbuk gergaji pada membran keramik, yaitu 5%, 7.5%, dan 10%. Hasil penelitian yang menunjukkan efisiensi dari membran keramik terhadap penurunan konsentrasi warna dapat dilihat pada Tabel 4.5, 4.6, dan 4.7 dengan grafik hubungan antara konsentrasi warna pada *inlet* dan *outlet* yang dapat dilihat pada Gambar 4.7, 4.9 dan 4.11 serta efisiensi dari membran keramik tersebut pada Gambar 4.8, 4.10, 4.12 dibawah ini :

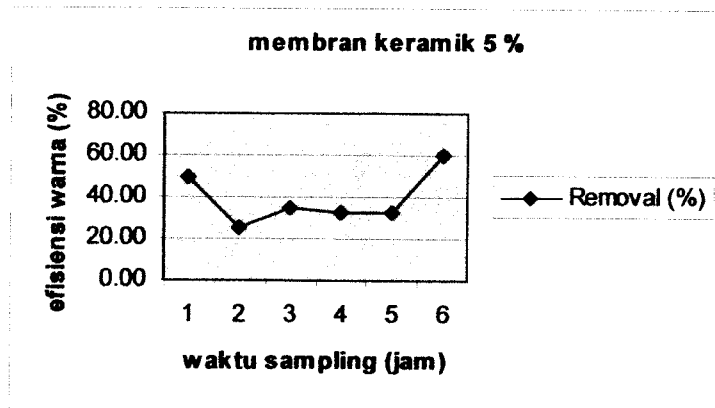
4.1.2.1. Konsentrasi Warna pada Membran keramik 5%

Tabel 4.5 Hasil analisa warna menggunakan membran keramik 5%

Waktu (jam)	Inlet (PtCo)	Outlet (PtCo)	Efisiensi (%)
1	1695.593	865.380	48.96
2	1619.05	1208.150	25.38
3	1645.358	1082.203	34.23
4	1674.978	1132.203	32.40
5	1770.238	1186.825	32.96
6	1785.64	712.773	60.08
rata-rata	1698.476	1031.255	39.00



Gambar 4.7 Konsentrasi warna pada *inlet* dan *outlet* pada membran keramik dengan serbuk gergaji 5%



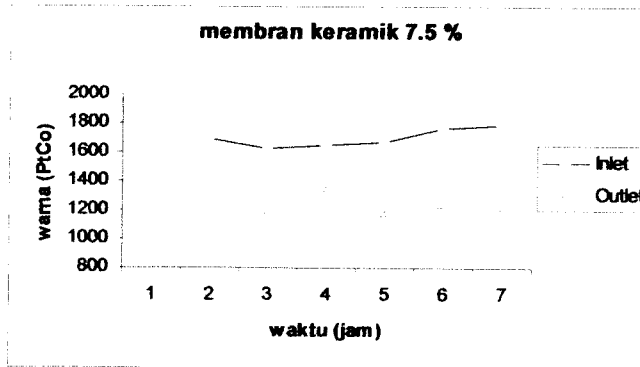
Gambar 4.8 Efisiensi warna pada Membran Keramik dengan serbuk gergaji 5 %

Pada Tabel 4.5, Gambar 4.7, dan Gambar 4.8 diatas dapat dilihat terjadinya penurunan dan peningkatan konsentrasi warna pada outlet. Pada membran keramik dengan serbuk gergaji 5% ini, nilai efisiensi warna yang paling tinggi ditunjukkan pada jam ke-6, yaitu sebesar 60.08%. Sedangkan untuk nilai efisiensi warna yang paling kecil adalah pada jam ke-2, dengan nilai efisiensi sebesar 25.38%.

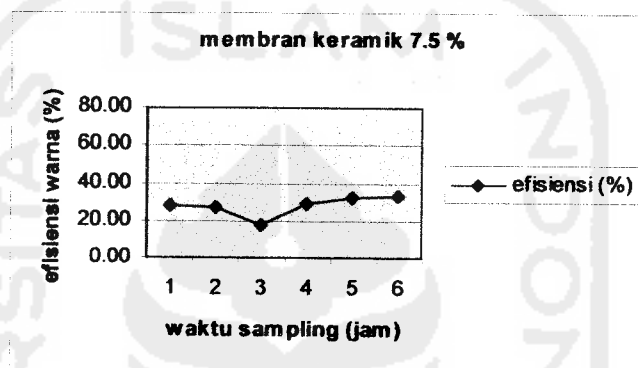
4.1.2.2. Konsentrasi Warna pada Membran keramik 7.5%

Tabel 4.6 Hasil analisa warna menggunakan membran keramik 7.5%

Waktu (jam)	Inlet (PtCo)	Outlet (PtCo)	Efisiensi (%)
1	1695.593	1212.535	28.49
2	1619.05	1177.345	27.28
3	1645.358	1356.730	17.54
4	1674.978	1180.545	29.52
5	1770.238	1206.138	31.87
6	1785.64	1199.148	32.84
rata-rata	1698.476	1222.073	27.92



Gambar 4.9 Konsentrasi warna pada *inlet* dan *outlet* pada membran keramik dengan serbuk gergaji 7.5%



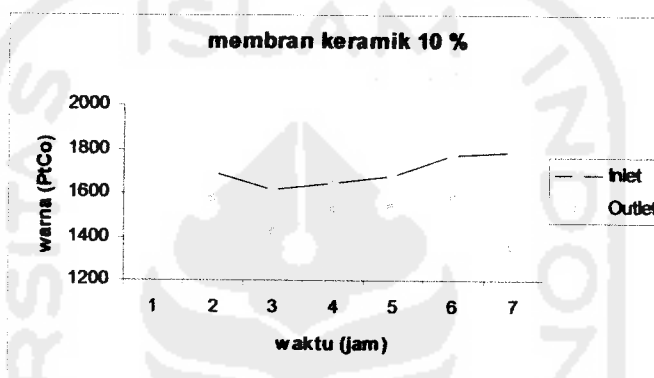
Gambar 4.10 Efisiensi warna pada membran keramik dengan serbuk gergaji 7.5 %

Pada Tabel 4.6, Gambar 4.9, dan Gambar 4.10 diatas dapat dilihat terjadinya penurunan konsentrasi warna pada outlet. Pada membran keramik dengan serbuk gergaji 7.5% ini, nilai efisiensi warna yang paling tinggi ditunjukkan pada jam ke-6, yaitu sebesar 32.84%. Sedangkan untuk nilai efisiensi warna yang paling kecil adalah pada jam ke-3, dengan nilai efisiensi sebesar 17.54%.

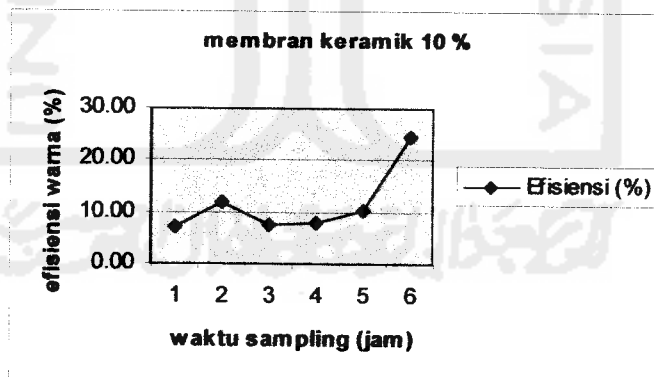
4.1.2.3. Konsentrasi Warna pada Membran keramik 10%

Tabel 4.7 Hasil analisa warna menggunakan membran keramik 10%

Waktu (jam)	Inlet (PtCo)	Outlet (PtCo)	Efisiensi (%)
1	1695.593	1577.703	6.95
2	1619.05	1424.978	11.99
3	1645.358	1523.790	7.39
4	1674.978	1541.090	7.99
5	1770.238	1585.878	10.41
6	1785.64	1351.515	24.31
rata-rata	1698.476	1500.825	11.51



Gambar 4.11 Konsentrasi warna pada *inlet* dan *outlet* dalam tiap jam pengambilan sampel pada membran keramik dengan serbuk gergaji 10%



Gambar 4.12 Efisiensi warna pada membran keramik dengan serbuk gergaji 10 %

Pada Tabel 4.7, Gambar 4.11, dan Gambar 4.12 diatas dapat dilihat terjadinya penurunan konsentrasi warna pada outlet. Pada membran keramik dengan serbuk gergaji 10% ini, nilai efisiensi warna yang paling tinggi ditunjukkan pada jam ke-6, yaitu sebesar 24.31%. Sedangkan untuk nilai efisiensi warna yang paling kecil adalah pada jam ke-1, dengan nilai efisiensi sebesar 6.95%.

4.2. Analisa Data Penelitian

Dari hasil penelitian yang diperoleh, dilakukan analisa data hasil penelitian dengan menggunakan uji statistik yaitu T-Test, yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan yang signifikan antara konsentrasi amonium (NH_4) dan warna pada inlet dengan konsentrasi amonium (NH_4) dan warna pada outlet.

Analisa ini merupakan pendekatan yang memungkinkan digunakannya data sampel untuk menguji apakah nilai dari dua atau lebih rerata populasi yang tidak diketahui adalah sama (Damanhuri, 2001).

4.2.1. Analisa Data Amonium (NH_4)

Ringkasan statistik dari uji metode T-Test terhadap data nilai amonium (NH_4) pada membran keramik 5%, 7.5%, dan 10% dapat dilihat pada Tabel 4.7 dibawah ini :

Tabel 4.8 Uji Korelasi T-Test untuk nilai amonium
Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig
Pair 1 INLET5 & OUTLET5	6	-.153	.772
Pair 2 INLET75 & OUTLET75	6	.635	.176
Pair 3 INLET10 & OUTLET10	6	-.772	.072

Pada Tabel 4.8 didapatkan hasil bahwa pada pada komposisi serbuk gergaji 5 % didapatkan korelasi -0,153, pada 7,5 % didapatkan korelasi 0,635 dan pada 10 % didapatkan korelasi -0,772, data – data tersebut menunjukkan pada membran keramik 7,5 % terdapat hubungan antara inlet dan outlet yang bagus karena nilai korelasinya mendekati 1, sedangkan untuk membran keramik 5% dan 10 % nilainya negative , ini menunjukkan bahwa hampir tidak ada hubungan antar inlet dan outletnya.

Tabel 4.9 Uji detail untuk nilai ammonium
Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	INLET5 - OUTLET5	2.03533	.42422	.17319	1.59014	2.48053	11.752	5	.000
Pair 2	INLET75 - OUTLET75	1.40783	.51188	.20897	.87065	1.94501	6.737	5	.001
Pair 3	INLET10 - OUTLET10	2.01433	.57297	.23392	1.41303	2.61563	8.611	5	.000

Pada Tabel 4.9 dilakukan uji detail dengan keakuratan 95 %, dimana bila nilai signifikasi kurang dari 0,05 Ho ditolak atau berdasarkan hasil perhitungan didapat pada 5 % nilainya 0.000, pada 7.5 % nilainya 0.001, dan pada 10 % didapat 0.000 dari ketiga nilai signifikasi tersebut kurang dari 0.05, hal ini berarti bahwa untuk ketiga variabel yang dibandingkan terdapat perbedaan.

Tabel 4.10 Uji TUKEY untuk nilai ammonium
Multiple Comparisons

(I) WAKTU	(J) WAKTU	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1.00	2.00	-.77333	.44948	.545	-2.2831	.7364
	3.00	-.80933	.44948	.500	-2.3191	.7004
	4.00	-.46233	.44948	.899	-1.9721	1.0474
	5.00	-.11200	.44948	1.000	-1.6218	1.3978
	6.00	-.23933	.44948	.994	-1.7491	1.2704
2.00	1.00	.77333	.44948	.545	-.7364	2.2831
	3.00	-.03600	.44948	1.000	-1.5458	1.4738
	4.00	.31100	.44948	.979	-1.1988	1.8208
	5.00	.66133	.44948	.687	-.8484	2.1711
	6.00	.53400	.44948	.834	-.9758	2.0438
3.00	1.00	.80933	.44948	.500	-.7004	2.3191
	2.00	.03600	.44948	1.000	-1.4738	1.5458
	4.00	.34700	.44948	.967	-1.1628	1.8568
	5.00	.69733	.44948	.641	-.8124	2.2071
	6.00	.57000	.44948	.796	-.9398	2.0798
4.00	1.00	.46233	.44948	.899	-1.0474	1.9721
	2.00	-.31100	.44948	.979	-1.8208	1.1988
	3.00	-.34700	.44948	.967	-1.8568	1.1628
	5.00	.35033	.44948	.966	-1.1594	1.8601
	6.00	.22300	.44948	.995	-1.2868	1.7328
5.00	1.00	.11200	.44948	1.000	-1.3978	1.6218
	2.00	-.66133	.44948	.687	-2.1711	.8484
	3.00	-.69733	.44948	.641	-2.2071	.8124
	4.00	-.35033	.44948	.966	-1.8601	1.1594
	6.00	-.12733	.44948	1.000	-1.6371	1.3824
6.00	1.00	.23933	.44948	.994	-1.2704	1.7491
	2.00	-.53400	.44948	.834	-2.0438	.9758
	3.00	-.57000	.44948	.796	-2.0798	.9398
	4.00	-.22300	.44948	.995	-1.7328	1.2868
	5.00	.12733	.44948	1.000	-1.3824	1.6371

Pada Tabel 4.10 dilakukan perhitungan dengan uji Tukey atau uji perbandingan ganda untuk mengetahui pada komposisi dan pada waktu beberapa yang paling optimum untuk menurunkan konsentrasi NH_4 pada lindi, tetapi karena

data yang ada terlalu sedikit sehingga tidak memungkinkan untuk dilakukan perhitungan pertiap komposisi serbuk gergaji oleh sebab itu dilakukan perhitungan secara umum dengan menyatukan data pada membran keramik 5 %, membran keramik 7,5 % dengan membran keramik 10 %. Dari Tabel 4.5 diperoleh kesimpulan bahwa, jam ke-1 < jam ke-5 < jam ke-6 < jam ke-4 < jam ke-2 < jam ke-3, sehingga didapat waktu yang paling optimum untuk menurunkan konsentrasi NH₄ pada jam ke-3 pada komposisi serbuk gergaji 7,5 % dan 10 %.

4.2.2. Analisa Data Warna

Uji statistik metode T-Test terhadap data nilai warna pada membran keramik 5%, 7.5%, dan 10% dapat dilihat pada Tabel 4.10 dibawah ini :

Tabel 4.11 Uji Korelasi T-Test untuk nilai warna
Paired Samples Correlations

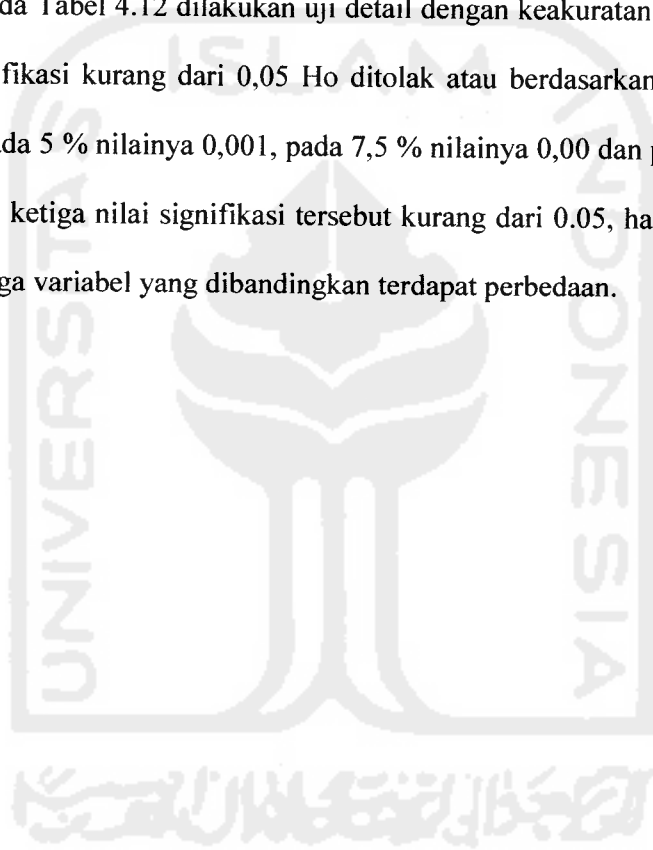
		N	Correlation	Sig.
Pair 1	INLET5 & OUTLET5	6	-.530	.280
Pair 2	INLET75 & OUTLET75	6	.254	.627
Pair 3	INLET10 & OUTLET10	6	-.105	.843

Pada Tabel 4.11 didapatkan hasil bahwa pada pada komposisi serbuk gergaji 5 % didapatkan korelasi -0,530, pada 7,5 % didapatkan korelasi 0,254 dan pada 10 % didapatkan korelasi -0,105, data – data tersebut menunjukkan pada membran keramik 7.5 % terdapat hubungan antara inlet dan outlet yang bagus karena nilai korelasinya mendekati 1, sedangkan untuk membran keramik 5% dan 10 % nilainya negative , ini menunjukkan bahwa hampir tidak ada hubungan antar inlet dan outletnya.

Tabel 4.12 Uji detail untuk nilai warna
Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	INLET5 - OUTLET5	667.22017	240.89666	98.34565	414.41463	920.02570	6.784	5	.001
Pair 2	INLET75 - OUTLET75	476.40233	106.43608	43.45235	364.70451	588.10015	10.964	5	.000
Pair 3	INLET10 - OUTLET10	197.65017	120.27120	49.10051	71.43328	323.86705	4.025	5	.010

Pada Tabel 4.12 dilakukan uji detail dengan keakuratan 95 %, dimana bila nilai signifikansi kurang dari 0,05 H_0 ditolak atau berdasarkan hasil perhitungan didapat pada 5 % nilainya 0,001, pada 7,5 % nilainya 0,00 dan pada 10 % didapat 0,010 dari ketiga nilai signifikansi tersebut kurang dari 0,05, hal ini berarti bahwa untuk ketiga variabel yang dibandingkan terdapat perbedaan.



Tabel 4.13 Uji TUKEY untuk nilai warna
Multiple Comparisons

(I) WAKTU	(J) WAKTU	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1.00	2.00	128.16100	212.56512	.989	-585.8284	842.1504
	3.00	152.60333	212.56512	.976	-561.3861	866.5928
	4.00	86.68833	212.56512	.998	-627.3011	800.6778
	5.00	33.09600	212.56512	1.000	-680.8934	747.0854
	6.00	-220.77500	212.56512	.896	-934.7644	493.2144
2.00	1.00	-128.16100	212.56512	.989	-842.1504	585.8284
	3.00	24.44233	212.56512	1.000	-689.5471	738.4318
	4.00	-41.47267	212.56512	1.000	-755.4621	672.5168
	5.00	-95.06500	212.56512	.997	-809.0544	618.9244
	6.00	-348.93600	212.56512	.590	-1062.9254	365.0534
3.00	1.00	-152.60333	212.56512	.976	-866.5928	561.3861
	2.00	-24.44233	212.56512	1.000	-738.4318	689.5471
	4.00	-65.91500	212.56512	1.000	-779.9044	648.0744
	5.00	-119.50733	212.56512	.992	-833.4968	594.4821
	6.00	-373.37833	212.56512	.524	-1087.3678	340.6111
4.00	1.00	-86.68833	212.56512	.998	-800.6778	627.3011
	2.00	41.47267	212.56512	1.000	-672.5168	755.4621
	3.00	65.91500	212.56512	1.000	-648.0744	779.9044
	5.00	-53.59233	212.56512	1.000	-767.5818	660.3971
	6.00	-307.46333	212.56512	.701	-1021.4528	406.5261
5.00	1.00	-33.09600	212.56512	1.000	-747.0854	680.8934
	2.00	95.06500	212.56512	.997	-618.9244	809.0544
	3.00	119.50733	212.56512	.992	-594.4821	833.4968
	4.00	53.59233	212.56512	1.000	-660.3971	767.5818
	6.00	-253.87100	212.56512	.831	-967.8604	460.1184
6.00	1.00	220.77500	212.56512	.896	-493.2144	934.7644
	2.00	348.93600	212.56512	.590	-365.0534	1062.9254
	3.00	373.37833	212.56512	.524	-340.6111	1087.3678
	4.00	307.46333	212.56512	.701	-406.5261	1021.4528
	5.00	253.87100	212.56512	.831	-460.1184	967.8604

Pada Tabel 4.13 dilakukan perhitungan dengan uji Tukey atau uji perbandingan ganda untuk mengetahui pada komposisi dan pada waktu keberapa yang paling optimum untuk menurunkan konsentrasi warna pada lindi, tetapi karena data yang ada terlalu sedikit sehingga tidak memungkinkan untuk

dilakukan perhitungan pertiap komposisi serbuk gergaji oleh sebab itu dilakukan perhitungan secara umum dengan menyatukan data pada membran keramik 5 %, membran keramik 7,5 % dengan membran keramik 10 %. Dari Tabel 4.5 diperoleh kesimpulan bahwa, jam ke-3 < jam ke-2 < jam ke-4 < jam ke-5 < jam ke-1 < jam ke-6, sehingga didapat waktu yang paling optimum untuk menurunkan konsentrasi warna pada jam ke-6 pada komposisi serbuk gergaji 5%, 7,5%, dan 10%.

4.3. Pembahasan

Penelitian dilakukan menggunakan membran keramik dengan variasi serbuk gergaji 5 %, 7,5 %, dan 10 % dan variasi waktu tinggal adalah 60 menit, 120 menit, 180 menit, 240 menit, 300 menit dan 360 menit. Dari penelitian yang dilakukan untuk menguji efektifitas teknologi membran keramik dalam menurunkan konsentrasi amonium (NH_4) dan warna dalam limbah cair lindi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Piyungan, dengan sistem mengalirkan air limbah yang bertekanan dengan titik pengambilan sampel yaitu pada inlet dan outlet. Sehingga diperoleh hasil seperti yang terdapat pada tabel 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, dan 4.7. Dalam penelitian ini diharapkan membran keramik dapat menjadi salah satu alternative teknologi membran yang memiliki kemampuan dalam menurunkan konsentrasi amonium (NH_4) dan warna yang terdapat di dalam limbah cair lindi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Piyungan.

Berdasarkan dari data hasil pemeriksaan yang dilakukan oleh Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Piyungan pada tanggal 12 Desember 2005 (pada Tabel

1.1) diketahui kandungan amonium (NH_4) dan warna di dalam limbah cair lindi memiliki nilai konsentrasi melebihi ambang batas yang telah ditetapkan sebagai kadar maksimum yang diperbolehkan untuk limbah cair lindi. Oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum lindi dibuang ke lingkungan. Hal ini diharapkan dapat mencegah atau mengurangi dampak negatif lindi terhadap lingkungan. Salah satu dampak yang dapat ditimbulkan oleh lindi yang dihasilkan oleh Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Piyungan adalah menurunkan kualitas air tanah di sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Piyungan.

Untuk penelitian menggunakan reaktor membran keramik ini digunakan limbah cair lindi yang diambil dari kolam pengolahan terakhir yang ada di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Piyungan, dengan nilai konsentrasi amonium (NH_4) dan warna melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan untuk limbah cair lindi.

Serbuk gergaji yang dipergunakan pada pembuatan reaktor membran keramik adalah serbuk gergaji dari kayu sengon yang merupakan kayu lunak. Jika dibandingkan antara serbuk gergaji kayu lunak dengan serbuk gergaji kayu keras (dengan berat yang sama), maka serbuk gergaji kayu lunak akan memiliki volume yang lebih banyak. Hal ini dikarenakan serbuk gergaji kayu lunak memiliki berat yang lebih ringan dibandingkan dengan serbuk gergaji kayu keras. Sehingga pori-pori yang dihasilkan oleh serbuk gergaji kayu lunak pada pembuatan keramik dengan menggunakan serbuk gergaji kayu lunak sebagai campuran akan lebih banyak jika dibandingkan dengan menggunakan serbuk gergaji kayu keras.

Konsentrasi serbuk gergaji sebesar 10% yang digunakan sebagai bahan campuran dalam pembuatan membran keramik merupakan konsentrasi maksimum

yang dapat digunakan, dimana plastisitas tanah masih dapat dipergunakan untuk membentuk keramik. Karena jika ditambahkan konsentrasi serbuk gergaji yang melebihi 10% maka tanah akan sulit untuk dibentuk menjadi keramik. Sedangkan untuk konsentrasi campuran serbuk gergaji sebesar 5% merupakan konsentrasi minimum yang dapat digunakan. Hal ini dikarenakan pori-pori yang akan dihasilkan dari pencampuran serbuk gergaji 5% merupakan pori-pori yang paling rapat. Sehingga jika digunakan konsentrasi serbuk gergaji yang lebih kecil lagi, dikhawatirkan air lindi tidak dapat merembes keluar dari membran keramik.

Pemeriksaan lindi yang dihasilkan pada outlet membran keramik dilakukan tiap 60 menit, hal ini dilakukan karena dalam range waktu kurang dari 60 menit air hasil rembesan yang dikeluarkan melalui pori-pori membran keramik (outlet) tidak mencukupi untuk dilakukan uji laboratorium terhadap ammonium (NH_4) dan warna.

Pada pelaksanaannya, dilakukan pengenceran sebanyak tiga kali pada limbah cair lindi dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Piyungan. Hal ini bertujuan untuk mengurangi resiko penyumbatan (*clogging*) pada reaktor membran keramik yang disebabkan oleh karena limbah lindi yang terlalu pekat.

Dalam reaktor membran keramik, lindi dialirkan melalui proses pemompaan secara kontinyu dengan debit 900 L/jam ke dalam membran keramik, sehingga terjadi pengolahan yang merupakan kombinasi dari proses penyaringan, sedimentasi, dan adsorpsi. Dimana tiap proses memiliki andil dalam menurunkan konsentrasi ammonium (NH_4) dan warna yang terdapat dalam lindi.

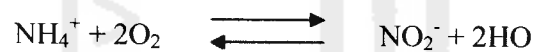
Untuk selanjutnya akan dibahas mengenai kenaikan dan penurunan konsentrasi masing-masing parameter yaitu sebagai berikut :

4.3.1. Penurunan Konsentrasi Ammonium (NH₄)

Dari ketiga penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa nilai efisiensi dari membran keramik yang paling baik adalah pada reaktor membran keramik dengan konsentrasi serbuk gergaji 5 %, dengan kemampuan menurunkan konsentrasi ammonium (NH₄) pada air limbah lindi rata-rata adalah 53,60 %.

Pada penelitian ini, penurunan konsentrasi ammonium (NH₄) yang terjadi disebabkan karena adanya oksigen dalam air, sehingga terjadi proses nitrifikasi. Nitrifikasi adalah proses biologis yang dapat mengoksidasi ion ammonium menjadi bentuk nitrit atau nitrat. Dengan adanya oksigen dalam air, maka ammonium (NH₄) akan bereaksi dengan oksigen (O₂) membentuk nitrit (NO₂).

Reaksi yang terjadi :



Nitrifikasi dapat didefinisikan sebagai konversi biologis dari komponen organik atau anorganik dari bentuk tereduksi ke bentuk teroksidasi, dimana pada nitrifikasi ion amonia akan teroksidasi menjadi bentuk nitrit dan nitrat. Penurunan amonia juga dapat dipengaruhi oleh waktu detensi. Semakin lama waktu detensi maka proses nitrifikasi akan lebih optimum sehingga semakin banyak ion amonia yang teroksidasi. Proses nitrifikasi juga ditunjukkan dengan nilai pH uji

dalam kondisi basa, yaitu pada pH 7.9. pH optimum untuk proses nitrifikasi adalah antara 7.5 – 8.5 (Jenie, 1993).

Penurunan konsentrasi ammonium (NH_4) dapat terjadi karena adanya oksigen terlarut yang dihasilkan dari proses aerasi yang terjadi secara tidak sengaja pada bak penampungan inlet, sehingga ammonium (NH_4) diubah menjadi N_2 bebas.

Reaksi yang terjadi :



Penurunan konsentrasi ammonium (NH_4) yang terjadi juga dapat disebabkan karena adanya proses adsorpsi atau penyerapan yang dapat terjadi akibat tumbukan antara partikel-partikel tersuspensi dengan butiran pasir saringan yang terdapat dalam membran keramik, dan merupakan hasil daya tarik menarik antara partikel-partikel yang bermuatan listrik berlawanan. Media pasir yang bersih mempunyai muatan listrik negatif dengan demikian mampu mengadsorpsi ammonium (NH_4) yang memiliki muatan positif.

Dalam membran keramik terjadi pertukaran ion antara mineral lempung yang bermuatan negatif dengan ammonium (NH_4) yang bermuatan positif, sehingga membuat ammonium (NH_4) tertahan di dalam membran keramik karena adanya ikatan antara mineral lempung dengan ammonium (NH_4). Salah satu sifat yang penting dari mineral lempung adalah pertukaran elektrik pada partikel dengan mineral lempung akan menarik kation dan anion melalui cara penukaran

atau menetralsir, artinya dengan mudah digantikan oleh anion dan kation lain saat kontak dengan ion-ion lain pada larutan yang encer.

Pada inlet terjadi ketidakstabilan konsentrasi ammonium (NH_4), dapat dilihat pada Tabel 4.2, 4.3, dan 4.4. Ketidakstabilan ammonium (NH_4) dapat disebabkan oleh karena sifat ammonium (NH_4) yang mudah menguap, oleh karena itu pemeriksaan ammonium (NH_4) harus dilakukan secepatnya. Sedangkan pada kegiatan penelitian yang dilakukan terhadap sampel limbah cair lindi telah mengalami proses pengawetan dengan menggunakan larutan H_2SO_4 sampai $\text{pH} < 2$ sehingga sangat mungkin terjadi penguapan ammonium (NH_4) yang menyebabkan konsentrasi ammonium (NH_4) berubah dan menjadi tidak stabil.

Dari hasil penelitian yang diperoleh dapat diketahui bahwa reaktor membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 5 % memiliki nilai efisiensi yang paling tinggi dalam menurunkan konsentrasi amonium (NH_4) pada limbah cair lindi dengan waktu optimum adalah pada jam ke-3.

4.3.2. Penurunan Konsentrasi Warna

Berdasarkan dari tabel hasil penelitian 4.4, 4.5, dan 4.6, menunjukkan bahwa variasi penurunan warna pada setiap percobaan memberi hasil yang berbeda-beda, berdasarkan variasi reaktor dan waktu.

Dari ketiga penelitian yang dilakukan, diketahui bahwa nilai efisiensi dari membran keramik yang paling baik adalah pada reaktor membran keramik dengan

konsentrasi serbuk gergaji 5%, dengan kemampuan menurunkan konsentrasi warna pada air limbah lindi rata-rata adalah 39.00 %.

Penurunan konsentrasi warna pada membran keramik dapat disebabkan karena terjadi pengendapan zat organik tersuspensi. Dan proses adsorpsi warna terjadi karena adanya endapan dari zat organik, dimana bahan penyerap mempunyai sifat mengikat molekul pada permukaannya. Sifat ini menonjol pada padatan yang berpori-pori. Semakin kecil ukuran pori, semakin luas permukaannya, daya serap semakin besar.

Selain itu waktu kontak juga merupakan hal yang penting dalam proses adsorpsi. Waktu kontak yang lebih lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul adsorbat berlangsung baik. Dan konsentrasi zat organik akan turun apabila waktu kontak cukup, berkisar 10 – 15 menit. Oleh karena itu semakin lama waktu kontak maka semakin banyak zat organik yang terendapkan, maka semakin banyak penurunan jumlah warna.

Penurunan konsentrasi warna juga dapat disebabkan oleh adanya pasir yang terdapat dalam membran keramik dimana pasir sebagai butiran dalam media filter digunakan untuk menyisihkan zat tersuspensi dalam air. Pasir digunakan sebagai media filter yang dipakai sebagai penjernih air yang dapat menyaring seluruh warna dalam air. Tapi karena dalam media filter membran keramik ini masih menggunakan bahan lain sebagai campuran maka hal ini memungkinkan tidak semua warna dapat tersaring oleh pasir.

Penurunan konsentrasi warna juga dapat disebabkan oleh karena adanya interaksi antara mineral lempung dengan bahan organik. Beberapa molekul

organik yang terdapat dalam air dapat dengan mudah diserap oleh mineral lempung dengan penyerapan secara fisik.

Hal ini terjadi karena adanya zat warna alam yang ikut terlarut yang berasal dari tanah lempung. Warna pada air dapat disebabkan oleh humus yang terkandung dalam tanah (G. Alaerts,), selain itu juga salah satu penyebab meningkatnya konsentrasi warna pada percobaan dapat disebabkan oleh karena lempung mengandung bahan organik dalam air (Grim, 1953).

Dari hasil penelitian, ditunjukkan bahwa efisiensi membran keramik dalam penurunan warna pada limbah cair lindi masih kurang, hal ini ditunjukkan dengan kecilnya kemampuan membran keramik meremoval warna pada limbah cair lindi dan outlet yang dihasilkan masih melebihi standar kualitas yang diperbolehkan bagi limbah cair lindi.

Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa reaktor membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 5 % memiliki nilai efisiensi yang paling tinggi dalam menurunkan konsentrasi warna pada limbah cair lindi dengan waktu optimum 6 jam. Namun meskipun demikian, membran keramik belum dapat menurunkan konsentrasi warna sampai memenuhi standart yang diperbolehkan bagi warna untuk limbah cair lindi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Reaktor membran keramik mampu menurunkan konsentrasi ammonium (NH_4) pada limbah cair lindi sebesar 53.60% dengan konsentrasi awal (inlet) rata-rata 3.775 mg/l dan konsentrasi akhir (outlet) 1,740 mg/l, dan mampu menurunkan konsentrasi warna pada limbah cair lindi sebesar 39.00%, dengan konsentrasi awal (inlet) rata-rata 1698.476 PtCo dan konsentrasi akhir (outlet) 1031.255 PtCo
2. Reaktor membran keramik yang paling efektif untuk menurunkan konsentrasi amonium (NH_4) dan warna adalah reaktor membran keramik dengan variasi serbuk gergaji 5 %,
3. Pada penelitian dengan menggunakan variasi waktu pengambilan sampel setiap jam selama 6 jam ini diketahui waktu optimum membran keramik dalam menurunkan konsentrasi ammonium (NH_4) adalah pada jam ke-3, dan untuk menurunkan konsentrasi warna pada jam ke-6.
4. Pada penelitian dengan menggunakan waktu selama 6 jam ini, belum ditemukan titik jenuh dari penggunaan membran keramik.
5. Reaktor membran keramik lebih efektif digunakan untuk menurunkan kandungan ammonium (NH_4) dibandingkan untuk menurunkan kandungan

warna pada limbah cair lindi sampah domestik Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Piyungan.

6. Kualitas limbah cair lindi hasil pengolahan dengan menggunakan reaktor membran keramik untuk parameter ammonium (NH_4) dan warna belum memiliki kualitas yang memenuhi standar baku mutu limbah cair sebagaimana terdapat dalam Keputusan Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta No : 214/KPTS/1991,

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, pembahasan dan kesimpulan, dapat diberikan saran sebagai berikut :

1. Penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan variasi waktu yang lebih lama (lebih dari 6 jam) untuk mendapatkan titik jenuh dari membran keramik dalam menurunkan konsentrasi parameter yang diuji.
2. Sebelum dilakukan uji pada membran keramik, sebaiknya dilakukan pembilasan dengan menggunakan aquadest. Hal ini untuk mengantisipasi adanya zat organik yang terdapat dalam membran keramik ikut tersaring.
3. Untuk pengujian dengan parameter amonium sebaiknya dilakukan sesegera mungkin, jika diperlukan pengawetan harus dilakukan dengan hati-hati dan jangan terlalu lama.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G, dan S, Santika, 1987, *Metodologi Penelitian Air*, Usaha Nasional, Surabaya.
- Damanhuri, E, 2001, *Statistika Lingkungan*, Institut Teknologi Bandung
- Dan Pemanfaatan Serbuk Gergaji Dalam pengolahannya*, Diambil dari website www.google.com. Update 2002. Download 4 April 2006.
- Effendi, Hefni, 2003, *Telaah Kualitas Air*, Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan, Kanisius, Yogyakarta.
- Fardiaz, Srikandi, 1992, *Polusi Air dan Udara*, Kanisius, Yogyakarta.
- Jenie, B, dan Rahayu, W, 1993, *Penanganan Limbah Industri Pangan*, Kanisius, Yogyakarta
- Greenberg. A. E, APHA, Chairman, R. Rhodes Trussell, AWWA, lenore S. Clesceri, WPCF, 1985, "*Standard Methods For The Examination Of Water An Wastewater*", sixteenth edition, American Public Health Association, Washington, DC 20005.
- Kurniawan, A, 2004, *Penurunan Kadar Phenol Dalam Leachate Dengan Menggunakan Tumbuhan Duckweed (Lemma minor)*, STTL, Jogjakarta.
- Mahida, U.N. 1984, *Pencemaran Air Dan Pemanfaatan Limbah Industri*, Rajawali, Jakarta.

- Masqudi, A dan Slamet, A, 2002, *Satuan Operasi Untuk Pengolahan Air*, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya
- Maulana, T, 2004, *Pengaruh Pengolahan Sistem Konstruksi Media Wetland Terhadap Perbaikan Kadar NH_4 dan Fe pada Leachate TPA Piyungan*, STTL, Jogjakarta.
- McBean, A, E , Rovers, A, F, Farquhar, J, G, 1915, *Solid Waste Landfill Engineering and Design*, Prentice Hall, New Jersey.
- Samsudi, A, 2004, *Penurunan Zat Warna dan TSS Limbah Cair Batik Dengan Proses Adsorpsi Menggunakan Breksi Batu Apung Dan Karbon Aktif*, STTL, Jogjakarta.
- Sastrawijaya, A, Tresna, 2000, *Pencemaran Lingkungan*, PT Asdi Mahasatya, Jakarta
- Slamet, J, S, 1994, *Kesehatan Lingkungan*, Gajah Mada University Press, Jogjakarta.
- Soejoeti, Zanzawi, 1986, *Metode Statistik II*, Karunia, Jakarta.
- Sugiharto, 1987, *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah*, UI-Press, Jakarta.
- Qasim, .R.S and Chiang, W, 1994, *Sanitary landfill leachate*, Lancaster Basel, Texas.
- Wardhana, W, 2004, *Dampak Pencemaran Lingkungan*, Andi, Yogyakarta.

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	NAMA	NO MHS	PRODI
1	Fitria Andryani	01513030	Teknik Lingkungan
2			

JUDUL TUGAS AKHIR : Efektifitas Teknologi Membran Keramik Terhadap Penurunan Konsentrasi BOD dan Amonia pada Limbah Cair Lindi Tempat Pembuangan Akhir Piyungan YK

PERIODE : II
TAHUN : Genap 2005/2006

No	kegiatan	Bulan Ke ;					
		Mei	Juni	Juli	Agt	Sep	Nov
1	Pendaftaran	■					
2	Penentuan Dosen pembimbing	■					
3	Pembuatan Proposal		■				
4	Seminar proposal		■	■			
5	Konsultasi Penyusunan TA			■	■	■	■
6	Sidang - sidang					■	■
7	Pendadaran						■

DOSEN PEMBIMBIG I : Ir. H. Kasam, MT
DOSEN PEMBIMBIG II : Eko Siswoyo, ST
DOSEN PEMBIMBIG III ;

Yogyakarta, 2-Nov-06
Koordinator TA

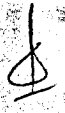





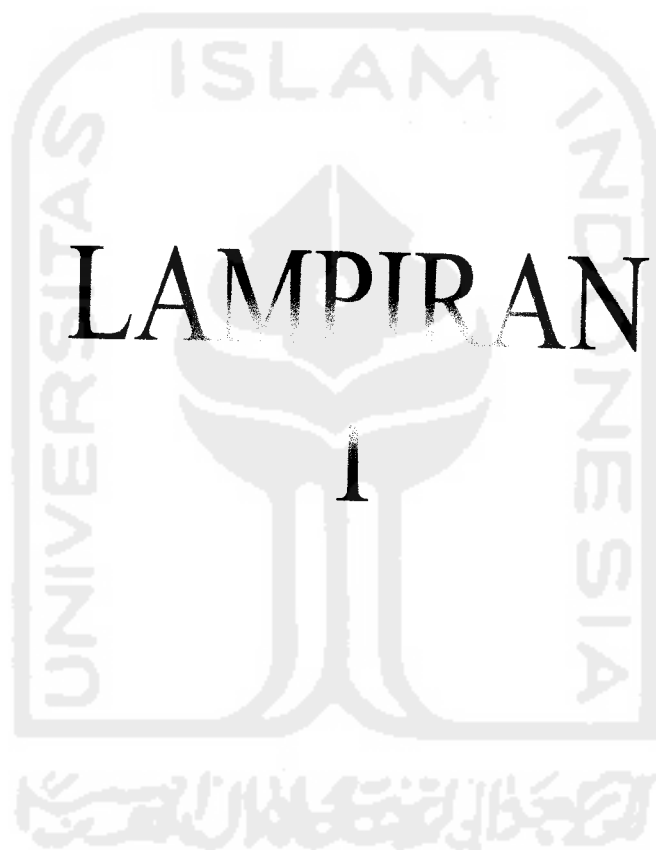
(Eko Siswoyo, ST)

Catatan

Seminar :
Sidang :
Pendadaran :

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

No	Tanggal	Catatan Konsultasi	Tanda Tangan	
			Pemb I	Pemb II
1	12/10 '06	- filtrasi belum ada di literatur - Gambar reaktor kompuit - Pembahasan lbh detail mengenai fenomena yg terjadi.		
2.	13/10 '06	1. Latar belakang mengenai lindi dan membrane keramik 2. Gambar desain Reaktor. 3. Penelitian sebelumnya yg di jadikan acuan.		
3.	28/10 '06	- Bisa lebih banyak spon jika misal NH ₄ pd lindi, warna perbaikannya? dll. - Skematik dibuat yg lebih sederhana. - ukuran membran - dll yg lebih dijelaskan?		
4.	1/12 '06	- Kesimpulan di susun ke bagian akhir jenis penelitian		
5.	26/12 '06	- sketsa } diperbaiki - sketsa, dll		



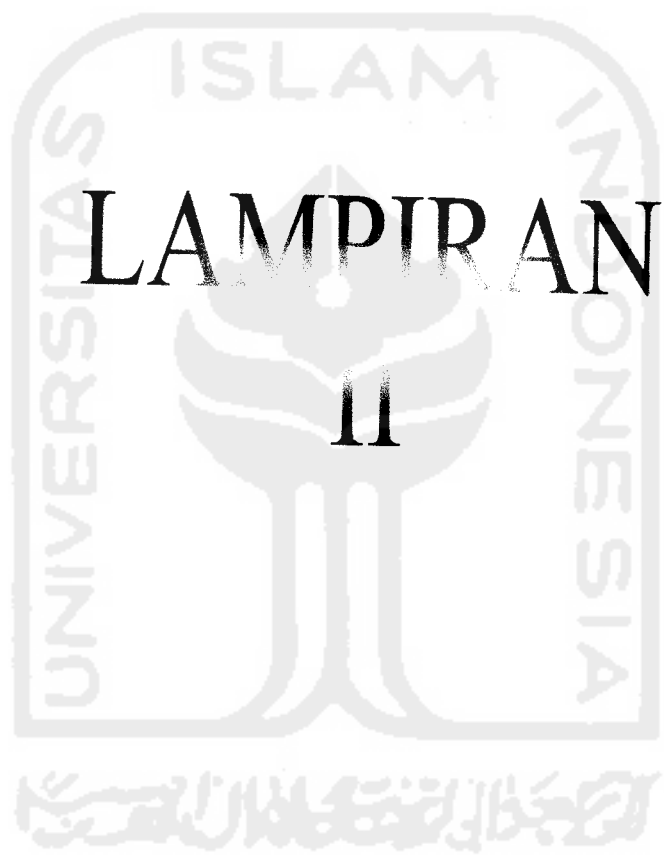
LAMPIRAN

1

HASIL PEMERIKSAAN LIMBAH CAIR LINDI TPA PIYUNGAN :

Parameter	Satuan	Kadar max	Metode uji	Pemeriksaan
Fisika				
Zat padat terlarut (TDS)	mg/L	2000	Gravimetri	7817
Temperatur	° C	30	Pemuaian	28
TSS	mg/L	200	Spektrofotometri	636
Kimia				
Air raksa	mg/L	0,002	AAS	Ttd
Arsen	mg/L	0,1	Spektrofotometri	Ttd
Barium	mg/L	2	AAS	0,009
Cadmium	mg/L	0,05	AAS	Ttd
Cromium	mg/L	0,1	Spektrofotometri	6,04
Tembaga	mg/L	2	AAS	0,41
Sianida	mg/L	0,05	Spektrofotometri	Ttd
Flourida	mg/L	2	Spektrofotometri	< 0,5
Timbal	mg/L	0,1	Spektrofotometri	0,4051
Nikel	mg/L	0,2	AAS	Ttd
Nitrat	mg/L	20	Spektrofotometri	14,4476
Nitrit	mg/L	1	Spektrofotometri	0,8409
Ammonia	mg/L	1	Spektrofotometri	114,914
Besi	mg/L	5	Spektrofotometri	16,0
Mangan	mg/L	2	Spektrofotometri	4,0
Sulfida	mg/L	0,05	Spektrofotometri	-
Klorin bebas	mg/L	1	Gravimetri	0
Seng	mg/L	5	AAS	2,9
Crom total	mg/L	0,5	Spektrofotometri	10,64
BOD	mg/L	50	Titrimetri	2151,32
COD	mg/L	100	Titrimetri	4729,67
Phenol	mg/L	0,5	Spektrofotometri	70,47
Cobalt	mg/L	0,4	AAS	0,28

Sumber : TPA Piyungan, 12 Desember 2005.



PHILIPS, E.B. 1905. The determination of organic nitrogen in sewage by the Kjeldahl process. *J. Infect. Dis. (Suppl.)* 1:225.
WAGNER, E.W. & E.C. WAGNER. 1933. Titration of organic nitrogen by boric acid. *Ind.*

NO data on the precision of the macro-nitrogen method are available.
... ..
... ..
... ..

Large amounts of salt or solids also may cause bumping during distillation. If this occurs, add more dilution water to the samples after digestion.

c. Organic matter: During digestion, H_2SO_4 oxidizes organic matter to CO_2 and H_2O . If a large amount of organic matter is present, a large amount of acid will be consumed, the ratio of salt to acid will increase, and the digestion temperature will increase. If enough organic matter is present, the temperature will rise above $400^\circ C$, resulting in pyrolytic loss of nitrogen. To prevent this, add to the digestion flask 10 mL conc $H_2SO_4/3$ g COD. (For most organic substances, 3 g COD equals about 1 g organic matter). Alternately, add 50 mL more of digestion reagent/g COD. Additional sodium hydroxide-sodium thiosulfate reagent may be necessary to keep the distillation pH high. Because reagents may contain traces of ammonia, treat the reagent blank identically with the samples.

4. Use of a Catalyst
Although it generally is desirable to avoid using mercury because of its toxicity and the problems associated with disposal of residues, mercury is the catalyst of choice. Only selenium is as effective as mercury, but selenium is highly toxic and there are potential interferences associated with its use. Digestion of some samples may be complete or nearly complete without the use of a catalyst or with the use of a less toxic catalyst, such as copper. If copper is substituted for mercury, add 10 mL of a solution containing 25.115 g $CuSO_4/L$ to each macro-kjeldahl digestion flask with 50 mL digestion reagent from which the HgO has been omitted. Use 2 mL of $CuSO_4$ solution for the semi-micro method. If the mercury catalyst is omitted, report this deviation and indicate, if possible, the percentage recovery relative to the results for similar samples analyzed using the mercury catalyst.

adjusted so that 250 mL water at an initial temperature of $25^\circ C$ can be heated to a rolling boil in approximately 5 min. For testing, preheat heaters for 10 min if gas or 30 min if electric. A heating device meeting this specification should provide the temperature range of 365 to $370^\circ C$ for effective digestion.
b. Distillation apparatus: See Section 417A.2a.
c. Apparatus for ammonia determination: See Sections 417B.2, 417C.2, 417D.2, or 417E.2.

1. General Discussion
The kjeldahl method determines nitrogen in the trinegative state. It fails to account for nitrogen in the form of azide, azine, azo, hydrazone, nitrate, nitrite, nitrite, nitro, nitroso, oxime, and semi-carbazone. If ammonia nitrogen is not removed in the initial phase (¶ 4b below) of the procedure, the term "kjeldahl nitrogen" is applied to the result. Should kjeldahl nitrogen and ammonia nitrogen be determined individually, "organic nitrogen" can be obtained by difference.
a. Principle: In the presence of H_2SO_4 , potassium sulfate (K_2SO_4), and mercuric sulfate ($HgSO_4$) catalyst, amino nitrogen of many organic materials is converted to ammonium sulfate ($(NH_4)_2SO_4$). Free ammonia and ammonium-nitrogen also are converted to $(NH_4)_2SO_4$. During sample digestion, a mercury ammonium complex is formed and then decomposed by sodium thiosulfate ($Na_2S_2O_3$). After decomposition the ammonia is distilled from an alkaline medium and absorbed in boric or sulfuric acid. The ammonia is determined colorimetrically or by titration with a standard mineral acid.
b. Selection of ammonia measurement method: The sensitivity of colorimetric methods makes them particularly useful for determining organic nitrogen levels below 0.2 to 2 mg. The titrimetric and selective electrode methods of measuring ammonia in samples are suitable for determining a wide range of organic nitrogen concentrations.

a. Nitrate: During digestion, nitrate in excess of 10 mg/L can oxidize a portion of the ammonia released from the digested organic nitrogen, producing N_2O and resulting in a negative interference. When sufficient organic matter in a low state of oxidation is present, nitrate can be reduced to ammonia, resulting in a positive interference. The conditions under which significant interferences occur are not well defined and there is no proven way to eliminate the interference in conjunction with the methods described herein.
b. Inorganic salts and solids: The acid and salt content of the digestion reagent is intended to produce a digestion temperature of about 360 to $370^\circ C$. If the sample contains a very large quantity of salt or inorganic solids that dissolve during digestion, the temperature may rise above $400^\circ C$, at which point pyrolytic loss of nitrogen begins to occur. To prevent an excessive digestion temperature, add more H_2SO_4 to maintain the acid-salt balance. Not all salts cause precisely the same temperature rise, but adding of 1 mL H_2SO_4/g salt in the sample gives reasonable results. Add the extra acid and the digestion reagent to both sample and reagent blank. Too much acid will lower the digestion temperature below $360^\circ C$ and result in incomplete digestion and recovery. If necessary, add more sodium hydroxide-sodium thiosulfate before the final distillation step to neutralize the excess acid.

3. Reagents
Prepare all reagents and dilutions in ammonia-free water.
All of the reagents listed for the determination of Nitrogen (Ammonia), Sections 417B.3, 417C.3, 417D.3, or 417E.3, are required, plus the following:
a. Mercuric sulfate solution: Dissolve 8 g red mercuric oxide, HgO , in 100 mL 6N H_2SO_4 .
b. Digestion reagent: Dissolve 134 g K_2SO_4 in 650 mL water and 200 mL conc H_2SO_4 . Add, with stirring, 25 mL mercuric sulfate solution. Dilute the combined solution to 1 L with water. Keep at a temperature close to $20^\circ C$ to prevent crystallization.
c. Sodium hydroxide-sodium thiosulfate reagent: Dissolve 500 g NaOH and 25 g $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ in water and dilute to 1 L.
d. Borate buffer solution: See Section 417A.3b.
e. Sodium hydroxide, NaOH, 6N.

2. Storage of Samples
The most reliable results are obtained on fresh samples. If an immediate analysis is not possible, preserve samples by acidifying to pH 1.5 to 2.0 with concentrated H_2SO_4 , and storing at $4^\circ C$. Do not use $HgCl_2$, because it will interfere with ammonia removal.
3. Interferences

4. Procedure
a. Selection of sample volume and sample preparation: Place a measured volume of sample in an 800-mL kjeldahl flask. Select sample size from the following tabulation:

4. Procedure
a. Selection of sample volume and sample preparation: Place a measured volume of sample in an 800-mL kjeldahl flask. Select sample size from the following tabulation:

4. Procedure
a. Selection of sample volume and sample preparation: Place a measured volume of sample in an 800-mL kjeldahl flask. Select sample size from the following tabulation:

4. Procedure
a. Selection of sample volume and sample preparation: Place a measured volume of sample in an 800-mL kjeldahl flask. Select sample size from the following tabulation:

4. Procedure
a. Selection of sample volume and sample preparation: Place a measured volume of sample in an 800-mL kjeldahl flask. Select sample size from the following tabulation:

4. Procedure
a. Selection of sample volume and sample preparation: Place a measured volume of sample in an 800-mL kjeldahl flask. Select sample size from the following tabulation:

4. Procedure
a. Selection of sample volume and sample preparation: Place a measured volume of sample in an 800-mL kjeldahl flask. Select sample size from the following tabulation:

4. Procedure
a. Selection of sample volume and sample preparation: Place a measured volume of sample in an 800-mL kjeldahl flask. Select sample size from the following tabulation:

4. Procedure
a. Selection of sample volume and sample preparation: Place a measured volume of sample in an 800-mL kjeldahl flask. Select sample size from the following tabulation:

4. Procedure
a. Selection of sample volume and sample preparation: Place a measured volume of sample in an 800-mL kjeldahl flask. Select sample size from the following tabulation:

4. Procedure
a. Selection of sample volume and sample preparation: Place a measured volume of sample in an 800-mL kjeldahl flask. Select sample size from the following tabulation:

4. Procedure
a. Selection of sample volume and sample preparation: Place a measured volume of sample in an 800-mL kjeldahl flask. Select sample size from the following tabulation:

4. Procedure
a. Selection of sample volume and sample preparation: Place a measured volume of sample in an 800-mL kjeldahl flask. Select sample size from the following tabulation:

4. Procedure
a. Selection of sample volume and sample preparation: Place a measured volume of sample in an 800-mL kjeldahl flask. Select sample size from the following tabulation:

4. Procedure
a. Selection of sample volume and sample preparation: Place a measured volume of sample in an 800-mL kjeldahl flask. Select sample size from the following tabulation:

4. Procedure
a. Selection of sample volume and sample preparation: Place a measured volume of sample in an 800-mL kjeldahl flask. Select sample size from the following tabulation:

4. Procedure
a. Selection of sample volume and sample preparation: Place a measured volume of sample in an 800-mL kjeldahl flask. Select sample size from the following tabulation:

4. Procedure
a. Selection of sample volume and sample preparation: Place a measured volume of sample in an 800-mL kjeldahl flask. Select sample size from the following tabulation:

4. Procedure
a. Selection of sample volume and sample preparation: Place a measured volume of sample in an 800-mL kjeldahl flask. Select sample size from the following tabulation:

4. Procedure
a. Selection of sample volume and sample preparation: Place a measured volume of sample in an 800-mL kjeldahl flask. Select sample size from the following tabulation:

4. Procedure
a. Selection of sample volume and sample preparation: Place a measured volume of sample in an 800-mL kjeldahl flask. Select sample size from the following tabulation:

4. Procedure
a. Selection of sample volume and sample preparation: Place a measured volume of sample in an 800-mL kjeldahl flask. Select sample size from the following tabulation:

TABLE 420:1. PRECISION AND ACCURACY DATA FOR ORGANIC NITROGEN, MACRO-KJELDAHL PROCEDURE

Sample	No. of Laboratories	Organic Nitrogen Concentration $\mu\text{g/L}$	Relative Standard Deviation			Relative Error		
			Nessler Finish %	Titrimetric Finish %	Calculation of Total Kjeldahl N Minus $\text{NH}_3\text{-N}$ %	Nessler Finish %	Titrimetric Finish %	Calculation of Total Kjeldahl N Minus $\text{NH}_3\text{-N}$ %
1	26	200	94.8	—	—	55.0	—	—
	29	200	—	104.4	—	—	70.0	—
	15	200	—	—	68.8	—	—	70.0
2	26	800	52.1	—	—	12.5	—	—
	31	800	—	44.8	—	—	3.7	—
	16	800	—	—	52.6	—	—	6.7
3	26	1500	43.1	—	—	9.3	—	—
	30	1500	—	54.7	—	—	22.6	—
	16	1500	—	—	45.9	—	—	4.0

After digestion, let flask and contents cool, dilute to 300 mL with water, and mix. Tilt flask and carefully add 50 mL hydroxide-thiosulfate reagent to form an alkaline layer at flask bottom. Connect flask to steam-out distillation apparatus and shake flask to insure complete mixing. A black precipitate, HgS , will form, and the pH should exceed 11.0.

d. Distillation: Distill and collect 200 mL distillate below surface of 50 mL absorbent solution. Use plain boric acid solution when ammonia is to be determined by nesslerization and use indicating boric acid for a titrimetric finish. Use 50 mL 0.04N H_2SO_4 solution for collecting distillate for manual phenate, nesslerization, or electrode methods. Extend tip of condenser well below level of absorbent solution and do not let temperature in condenser rise above 29°C. Lower collected distillate free of contact with delivery tube and continue distillation during last 1 or 2 min to cleanse condenser.

e. Final ammonia measurement: Use the nesslerization (417B), manual phenate (417C), titration (417D), or ammonia-selective electrode (417E) method.

f. Blank: Carry a reagent blank through all steps of the procedure and apply necessary corrections to the results.

5. Calculation

See Section 417B.5, 417C.5, 417D.5, or 417E.5.

6. Precision and Accuracy

Three synthetic samples containing various organic nitrogen concentrations and other constituents were analyzed by three procedural modifications of the macro-kjeldahl method: kjeldahl-nessler finish, kjeldahl-titrimetric finish, and calculation of the difference between kjeldahl nitrogen and ammonia nitrogen, both determined by a nessler finish. The results obtained by participating laboratories are summarized in Table 420:1.

Organic Nitrogen in Sample mg/L	Sample Size mL
0-1	500
1-10	250
10-20	100
20-50	50.0
50-100	25.0

If necessary, dilute sample to 300 mL, neutralize to pH 7, and dechlorinate as described in Section 417A.4b.

b. Ammonia removal: Add 25 mL borate buffer and then 6N NaOH until pH 9.5 is reached. Add a few glass beads or boiling chips and boil off 300 mL. If desired, distill this fraction and determine ammonia nitrogen. Alternately, if ammonia has been determined by the distillation method, use residue in distilling flask for organic nitrogen determination.

For sludge and sediment samples, weigh wet sample in a crucible or weighing bottle, transfer contents to a kjeldahl flask, and determine kjeldahl nitrogen. Follow a similar procedure for ammonia nitrogen and organic nitrogen determined by difference. Determinations of organic and kjeldahl nitrogen on dired sludge and sediment samples are not accurate because drying results in loss of ammonium salts. Measure dry weight of sample on a separate portion.

c. Digestion: Cool and add carefully 50 mL digestion reagent (or substitute 10 mL conc H_2SO_4 , 6.7 g K_2SO_4 , and 1.25 mL HgSO_4 solution) to distillation flask. Add a few glass beads and, after mixing, heat under a hood or with suitable ejection equipment to remove acid fumes. Boil riskily until the volume is greatly reduced to about 25 to 50 mL and copious white fumes are observed (fumes may be dark for samples high in organic matter). Then continue to digest for an additional 30 min. As digestion continues, colored or turbid samples will turn clear or straw-colored.

No data on the precision of the macro-kjeldahl-phenate method are available.

Sample 1 contained the following additional constituents: 400 mg Cl^-/L , 1.50 mg $\text{NH}_3\text{-N}/\text{L}$, 1.0 mg NO_3^-/L , 0.5 mg $\text{PO}_4^{3-}/\text{L}$, and 30.0 mg SiO_2/L .

Sample 2 contained the following additional constituents: 200 mg Cl^-/L , 0.8 mg $\text{NH}_3\text{-N}/\text{L}$, 1.0 mg NO_3^-/L , 5.0 mg $\text{PO}_4^{3-}/\text{L}$, and 15.0 mg SiO_2/L .

Sample 3 contained the following additional constituents: 10 mg Cl^-/L , 0.2 mg $\text{NH}_3\text{-N}/\text{L}$, 1.0 mg NO_3^-/L , 10.0 mg $\text{PO}_4^{3-}/\text{L}$, and 5.0 mg SiO_2/L .

7. Bibliography

KJELDAHL, J. 1883. A new method for the determination of nitrogen in organic matter. *Z. Anal. Chem.* 22:366.

PHELPS, E.B. 1905. The determination of organic nitrogen in sewage by the Kjeldahl process. *J. Infect. Dis.* (Suppl.) 1225.

MEEKER, E.W. & E.C. WAGNER. 1933. Titration of ammonia in the presence of boric acid. *Ind. Eng. Chem., Anal. Ed.* 5:396.

WAGNER, E.C. 1940. Titration of ammonia in the presence of boric acid. *Ind. Eng. Chem., Anal. Ed.* 12:771.

MCKENZIE, H.A. & H.S. WALLACE. 1954. The Kjeldahl determination of nitrogen: A critical study of digestion conditions. *Aust. J. Chem.* 7:55.

MORGAN, G.B., J.B. LACEY & F.W. GILCREAS. 1957. Quantitative determination of organic nitrogen in water, sewage, and industrial wastes. *Anal. Chem.* 29:833.

BOLTZ, D.F., ed. 1978. Colorimetric Determination of Nonmetals. Interscience Publishers, New York, N.Y.

STANDAR

1997
SK SNI M-03-1990-F

2



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	PERSYARATAN PENGUJIAN KUALITAS FISIKA AIR	3
2.1	Bahan	3
2.1.1	Air Keperluan Laboratorium	3
2.1.2	Bahan Kimia untuk Perekasi	3
2.2	Peralatan Analisis	3
2.2.1	Instrumen Analisis	3
2.2.2	Alat Timbangan	3
2.2.3	Alat Gelas	3
2.3	Pola Kerja	4
2.4	Waktu Pemeriksaan	4
2.5	Petugas	4
III	CARA PENGUJIAN SIFAT FISIKA AIR	5
3.1	Suhu	5
3.1.1	Prinsip Kerja	5
3.1.2	Peralatan	5
3.1.3	Cara Kerja	5
3.2	Warna	6
3.2.1	Prinsip Kerja	6
3.2.2	Bahan	6

3.2.3	Peralatan	6
3.2.4	Cara Kerja	7
3.2.5	Perhitungan	8
3.3	Kekeruhan	8
3.3.1	Kekeruhan Metode Nephelometri	8
3.3.2	Metode Helligometri	10
3.4	Kejernihan	10
3.4.1	Prinsip Kerja	10
3.4.2	Peralatan	10
3.4.3	Cara Kerja	11
3.4.4	Perhitungan	11
3.5	Residu Total	11
3.5.1	Prinsip Kerja	11
3.5.2	Gangguan	11
3.5.3	Peralatan	12
3.5.4	Cara Kerja	12
3.5.5	Perhitungan	13
3.6	Residu Tersuspensi	13
3.6.1	Prinsip Kerja	13
3.6.2	Gangguan	13
3.6.3	Peralatan	13
3.6.4	Cara Kerja	14
3.6.5	Perhitungan	15
3.7	Residu Terlarut	15
3.7.1	Prinsip Kerja	15
3.7.2	Gangguan	15
3.7.3	Peralatan	15
3.7.4	Cara Kerja	16
3.7.5	Perhitungan	17
3.8	Residu Terurai dan Residu Terikat	17
3.8.1	Prinsip Kerja	17
3.8.2	Gangguan	17
3.8.3	Peralatan	17
3.8.4	Cara Kerja	17
3.8.5	Perhitungan	18

3.9	Residu Mengendap	19
3.9.1	Prinsip Kerja	19
3.9.2	Gangguan	19
3.9.3	Peralatan	19
3.9.4	Cara Kerja	20
3.9.5	Perhitungan	20
3.10	Derajat Keasaman (pH)	21
3.10.1	Prinsip Kerja	21
3.10.2	Bahan	21
3.10.3	Peralatan	21
3.10.4	Cara Kerja	21
3.10.5	Perhitungan	22
3.11	Daya Hantar Listrik (DHL)	22
3.11.1	Prinsip Kerja	22
3.11.2	Bahan	22
3.11.3	Peralatan	22
3.11.4	Cara Kerja	23
3.11.5	Perhitungan	23
3.12	Kegaraman (Salinitas)	23
3.12.1	Metode Argentometri	23
3.12.2	Metode Salinometri	24
IV	CARA PEMBUATAN LARUTAN	26
4.1	Pembuatan Larutan Untuk Pengujian Warna	26
4.1.1	Larutan Induk Skala Warna 500 mg/LPtCo	26
4.1.2	Larutan Baku Kerja dengan Skala Warna 5,10,15,20,25, 30,35,40,45,50,60 dan 70	26
4.2	Pembuatan Larutan Untuk Pengujian Kekeruhan Metode Nephelometri	26
4.2.1	Larutan Suspensi Induk Kekeruhan 400 UKN	26
4.2.2	Larutan Suspensi Baku Kekeruhan 40 UKN	27
4.2.3	Larutan Suspensi Baku Encer	27

4.3	Pembuatan Larutan Untuk Pengujian Derajat Keasaman (pH)	27
4.3.1	Larutan Buffer pH 4,004	27
4.3.2	Larutan Buffer pH 7,415	27
4.3.3	Larutan Buffer pH 9,183	27
4.4	Pembuatan Larutan Untuk Pengujian DHL	28
4.4.1	Larutan Baku KCl 0,01 M	28
4.4.2	Larutan Baku KCl 0,1 M	28
4.4.3	Larutan Baku KCl 0,5 M	28
4.5	Pembuatan Larutan Untuk Pengujian Salinitas (Kegaraman)	28
4.5.1	Larutan Baku Natrium Klorida	28
4.5.2	Larutan Perak Nitrat $\pm 0,28$ N	28
4.5.3	Indikator Kalium Kromat	28
4.5.4	Standardisasi Perak Nitrat	29



I. DESKRIPSI

1.1 Maksud dan Tujuan

1.1.1 Maksud

Metode pengujian ini dimaksudkan sebagai pegangan dalam pengujian kualitas fisika air di lapangan dan laboratorium.

1.1.2 Tujuan

Tujuan metode pengujian ini untuk memperoleh hasil uji sifat fisika air.

1.2 Ruang Lingkup

Metode ini memuat pengertian kualitas fisika air, persyaratan pengujian sifat fisika air dan cara pengujian kualitas fisika air yang meliputi prinsip kerja, bahan, peralatan, cara kerja dan perhitungan hasil uji.

1.3 Pengertian

Kualitas fisika air yang dimaksud adalah sifat fisika air seperti :

- 1) suhu air ialah derajat panas air yang dinyatakan dalam satuan panas derajat Celsius ($^{\circ}\text{C}$);
- 2) warna ialah warna nyata dari air yang dapat disebabkan oleh adanya ion metal (besi dan mangan), humus, plankton, tumbuhan air dan limbah industri, yang tidak menggunakan zat warna tertentu setelah dihilangkan kekeruhannya, yang dinyatakan dalam satuan warna skala Pt Co;
- 3) kekeruhan ialah sifat optik dari suatu larutan, yang menyebabkan cahaya yang melaluinya terabsorpsi dan terbias dihitung dalam satuan mg/L SiO_2 atau Unit Kekeruhan Nephelometri (UKN);
- 4) kejernihan ialah dalamnya lapisan air yang dapat ditembus oleh sinar matahari yang dinyatakan dalam satuan cm;
- 5) residu total ialah residu yang tersisa setelah penguapan contoh dan dilanjutkan dengan pengeringan pada suhu tertentu secara merata dan dinyatakan dalam satuan mg/L ;
- 6) residu tersuspensi ialah berat zat padat dalam air yang tertahan pada penyaring dengan kertas saring yang berpori sebesar $0,45 \mu\text{m}$ dan dikeringkan pada suhu tertentu secara merata yang dinyatakan dalam satuan mg/L ;
- 7) residu terlarut ialah berat zat padat yang dapat lolos melalui saringan yang berpori sebesar $0,45 \mu\text{m}$ dan dikeringkan pada suhu tertentu

- secara merata, dan dinyatakan dalam satuan mg/L;
- 8) residu total terurai ialah bagian berat dari residu total yang terurai menjadi gas pada pemanasan dengan suhu tertentu yang dinyatakan dalam satuan mg/L;
 - 9) residu tersuspensi terurai ialah bagian berat dari residu tersuspensi yang terurai menjadi gas pada pemanasan dengan suhu tertentu yang dinyatakan dalam satuan mg/L;
 - 10) residu terikat ialah bagian berat residu total atau residu tersuspensi yang tidak terurai (tetap) setelah dipanaskan pada suhu tertentu, yang dinyatakan dalam mg/L;
 - 11) residu mengendap ialah zat padat yang dapat mengendap dalam waktu tertentu, yang dinyatakan dalam mg/L atau mL/L;
 - 12) derajat keasaman (pH) ialah logaritma negatif dari aktifitas ion hidrogen dalam suatu larutan;
 - 13) Daya Hantar Listrik (DHL) ialah kemampuan dari larutan untuk menghantarkan arus listrik yang dinyatakan dalam $\mu\text{mhos/cm}$, kemampuan tersebut antara lain tergantung pada kadar zat terlarut yang mengion di dalam air, pergerakan ion, valensi dan suhu;
 - 14) salinitas/kegaraman merupakan residu terlarut dalam air, apabila semua bromida dan iodida dianggap sebagai klorida;
 - 15) klorositi ialah kadar klor dalam satuan g/L yang digunakan pada perhitungan salinitas;
 - 16) larutan induk ialah larutan baku kimia yang dibuat dengan kadar tinggi dan akan digunakan untuk membuat larutan baku dengan kadar yang lebih rendah, biasanya larutan induk dapat disimpan lama dengan waktu tertentu tanpa perubahan kadar;
 - 17) larutan baku ialah larutan yang langsung digunakan sebagai pembandingan dalam pemeriksaan.

2.3 Pola Kerja

Tahapan pekerjaan pemeriksaan kualitas fisika air meliputi:

- 1) persyaratan pengambilan contoh kualitas air, sesuai dengan SK SNI M - 02 - 1989 - F;
- 2) pemeriksaan di lapangan dilakukan terutama untuk parameter kualitas air yang mudah berubah dan tidak dapat diawetkan yaitu suhu, pH dan kejernihan; untuk studi khusus misalnya penyusupan air laut diperlukan pemeriksaan salinitas atau DHL di lapangan;
- 3) pemeriksaan di laboratorium dilakukan terhadap parameter yang tidak berubah atau yang diawetkan;
- 4) data lapangan telah dipersiapkan di lapangan dan hasilnya dilaporkan dalam formulir khusus untuk keperluan pengujian kualitas air di laboratorium; data laboratorium dan data lapangan dilaporkan dalam bentuk formulir khusus setelah diperiksa ketelitian dan ketepatan analisisnya sesuai dengan SK SNI M - 02 - 1989 - F, Contoh Formulir Data.

2.4 Waktu Pemeriksaan

Waktu pemeriksaan sebaiknya mengikuti ketentuan:

- 1) pemeriksaan parameter fisika air di lapangan sebaiknya dilakukan pada siang hari dalam cuaca baik;
- 2) pemeriksaan kejernihan air dilakukan siang hari, pada saat sinar matahari cukup untuk melihat keping secchi dengan jelas.

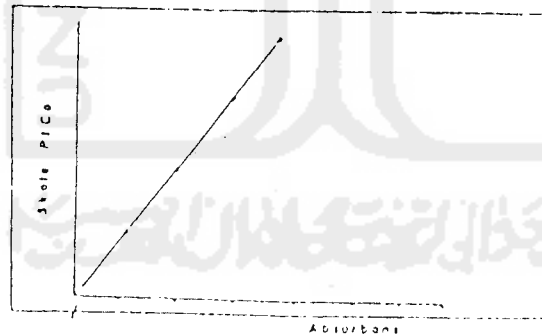
2.5 Petugas

Pelaksana pengukuran dilakukan oleh petugas yang berpengetahuan dan berpengalaman dalam pemeriksaan kualitas air.

3.2.4 Cara Kerja

Tahapan pemeriksaan warna adalah sebagai berikut :

- 1) pemeriksaan metode visual;
 - (1) contoh yang akan diperiksa terlebih dahulu disaring dengan kertassaring yang berpori $0,45 \mu\text{m}$ dan dimasukkan kedalam tabung Nessler 50 mL;
 - (2) warna contoh dibandingkan secara visual dengan larutan baku dimulai dari larutan baku paling encer; selama pengujian tabung Nessler ditempatkan pada alas yang berwarna putih;
 - (3) tetapkan warna contoh sesuai dengan skala warna larutan baku yang paling mendekati atau berada diantara dua skala larutan baku;
 - (4) apabila warna lebih dari 70 satuan skala PtCo, dilakukan pengenceran langsung pada tabung Nessler;
- 2) pemeriksaan secara spektrofotometri;
 - (1) buat kurva kalibrasi dengan membaca larutan baku kerja berskala warna 2,5; 5; 10 dan 25 dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 355 nm (lihat Gambar 2);



GAMBAR 2
KURVA KALIBRASI WARNA DALAM SATUAN SKALA PtCo
(Metode spektrofotometer)

- (2) contoh air terlebih dahulu disaring dengan kertas saring berpori $0,45 \mu\text{m}$ dan kemudian dibaca absorbansinya seperti pada larutan baku di atas.



3.2.5 Perhitungan

Perhitungan warna dilakukan sebagai berikut :

- 1) perhitungan skala warna hasil metode pemeriksaan visual dari contoh yang diencerkan dihitung dengan rumus berikut :

$$\text{Satuan skala Pt Co} = \frac{A \times 50}{B} \dots\dots\dots(1)$$

dengan penjelasan :

A = perkiraan skala warna dari contoh yang diencerkan

B = mL contoh yang diencerkan

pembuatan skala warna tergantung dari besarnya kadar warna seperti tertera pada Tabel 1

TABEL 1
SISTEM PEMBULATAN SKALA WARNA

Skala warna (satuan skala PtCo)	Pembulatan	Contoh Pembulatan
1 - 50	2,5	2,5; 5; 7,5;47,5
51 - 100	5	50; 55;95
101 - 250	10	100; 110;240
251 - 500	20	250; 270;480

- 2) perhitungan skala warna hasil metode pemeriksaan spektrofotometer ditetapkan dari kurva kalibrasi hubungan antara kadar warna dalam skala PtCo terhadap serapan.

3.3 Kekeruhan

Cara pemeriksaan kekeruhan dapat dilakukan dengan metode Nephelometri atau metode Helligemetri.

3.3.1 Kekeruhan Metode Nephelometri

Ikhtwal yang perlu diperhatikan :

- 1) prinsip kerja metode Nephelometri dilakukan dengan membandingkan intensitas cahaya yang dibiaskan oleh suatu contoh dengan intensitas cahaya yang dibiaskan oleh baku suspensi tertentu dalam kondisi yang sama;

- 2) gangguan analisis antara lain :
 - (1) sedimen kasar yang mudah mengendap selama pembacaan;
 - (2) tabung baca yang kotor;
 - (3) gelembung udara;
 - (4) getaran yang menyebabkan gerakan air di dalam tabung baca;
- 3) bahan yang digunakan ialah ;
 - (1) air bebas kekeruhan atau air suling;
 - (2) suspensi induk kekeruhan 400 Unit Kekeruhan Nephelometri (UKN);
 - (3) suspensi baku kekeruhan 40 UKN;
 - (4) suspensi baku encer.
- 4) peralatan analisis yang diperlukan ialah satu unit Nephelometer;
- 5) cara kerja meliputi :
 - (1) kalibrasi Nephelometer dilakukan dengan mengikuti petunjuk penggunaan alat yang dikeluarkan oleh pabriknya;
 - (2) pemeriksaan kekeruhan lebih rendah dari 40 UKN, dilakukan dengan mengecek dan membiarkan hingga gelembung udara hilang, kemudian masukkan ke dalam tabung pada Nephelometer; baca skala kekeruhan secara langsung dari alat, hitung kekeruhan dari kurva kalibrasi;
 - (3) pemeriksaan contoh yang mempunyai kekeruhan lebih tinggi dari 40 UKN maka harus dilakukan pengenceran, sehingga diperoleh skala kekeruhan antara 30- 40 UKN.
- 6) perhitungan skala kekeruhan untuk contoh yang diencerkan dihitung dengan rumus :

$$\text{Kekeruhan (UKN)} = \frac{A (B + C)}{C} \dots \dots \dots (2)$$

dengan penjelasan :

A = Kekeruhan dalam UKN contoh yang diencerkan.

B = Volume air pengenceran, dalam mL

C = Volume contoh yang diencerkan, dalam mL

3.3.2 Metode Helligemetri

Ikhwal yang perlu diperhatikan:

- 1) prinsip kerja cara kekeruhan dengan metode Helligemetri dilakukan dengan membandingkan intensitas cahaya yang melalui contoh air dengan intensitas cahaya yang melalui larutan baku standar kekeruhan silika;
- 2) peralatan yang diperlukan adalah satu unit alat turbidimeter Hellige;
- 3) cara kerja:
 - (1) siapkan alat turbidimeter Hellige sesuai dengan petunjuk, ikuti petunjuk penggunaan alat;
 - (2) kocok contoh air dan masukkan kedalam tabung baca sampai garis batas, kemudian letakkan di tempat yang tersedia pada alat;
 - (3) nyalakan alat turbidimeter;
 - (4) segera seimbangkan intensitas cahaya pada lingkaran tengah dengan lingkaran di sekelilingnya, dengan jalan memutar tombol yang tersedia, catat skala yang ditunjukkan;
- 4) perhitungan kekeruhan dinyatakan dengan satuan mg/L SiO_2 yang diperoleh dengan cara membandingkan skala pembacaan dengan skala pada alat yang telah disediakan oleh pabrik.

3.4 Kejernihan

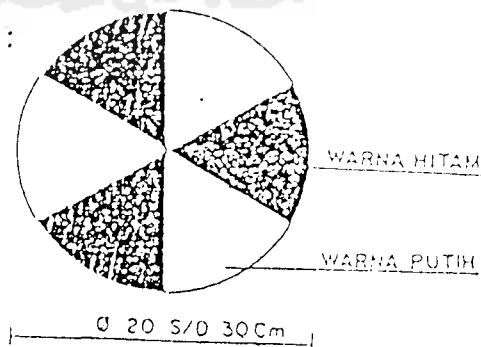
3.4.1 Prinsip Kerja

Dilakukan dengan mengukur jarak antara permukaan air dengan benda (keping secchi) yang masih terlihat dengan mata dan pada saat cahaya matahari cukup.

3.4.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan terdiri dari :

- 1) satu unit keping secchi (lihat Gambar 3);
- 2) meteran.



GAMBAR 3
KEPING SECCHI

3.4.3 Cara Kerja

Pada waktu pengukuran tali pengikat keping secchi harus tegak lurus dengan permukaan air, Kalau tidak bisa tegak lurus, catat sudut simpangannya.

Urutan proses pengujian kejernihan dilakukan sebagai berikut :

- 1) pilih lokasi pemeriksaan yang cukup dalam;
- 2) urunkan keping secchi ke dalam air secara perlahan-lahan hingga persis tidak terlihat, dan catat kedalamannya (kedalaman I);
- 3) turunkan keping secchi sedikit lagi, kemudian naikan secara perlahan-lahan hingga keping secchi persis terlihat kembali, catat kedalamannya (kedalaman II).

3.4.4 Perhitungan

Pengukuran kejernihan dihitung dengan rumus :

$$\text{Kejernihan(cm)} = \frac{\text{Kedalaman I} + \text{Kedalaman II}}{2} \dots \dots \dots (3)$$

3.5 Residu Total

3.5.1 Prinsip Kerja

Pemeriksaan residu total dilakukan dengan cara menimbang berat contoh yang telah dikeringkan pada suhu 103-105 °C hingga diperoleh berat tetap.

3.5.2 Gangguan

Gangguan yang ada dalam pemeriksaan residu total terlebih dahulu dipisahkan.

Beberapa gangguan pengujian antara lain :

- 1) partikel yang besar, partikel yang mengapung dan zat-zat menggumpal yang tidak dapat tercampur dalam air;
- 2) zat cair yang mengapung seperti minyak dan lemak.

3.5.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan terdiri atas:

- 1) cawan penguap berkapasitas 100 mL dan berdiameter 90 mm yang terbuat dari porselen atau platina atau silika berkualitas tinggi;
- 2) tanur untuk pemanasan pada suhu 550 ± 50 °C;
- 3) penangas air;
- 4) oven untuk pemanasan pada suhu 103 - 105 °C;
- 5) desikator;
- 6) neraca analitik dengan kapasitas 200 gram dan ketelitian 0,1 mg.

3.5.4 Cara Kerja

Tahapan cara kerja adalah sebagai berikut :

- 1) penimbangan cawan kosong dikerjakan dengan urutan :
 - (1) panaskan cawan kosong dalam tanur pada suhu 550 ± 50 °C selama 1 jam, biarkan hingga hampir dingin;
 - (2) dinginkan dalam desikator selama 15 menit;
 - (3) timbang dengan neraca analitik;
 - (4) panaskan kembali cawan kosong dalam oven pada suhu 103 - 105 °C selama 1 jam;
 - (5) dinginkan dalam desikator selama 15 menit;
 - (6) timbang kembali dengan neraca analitik;
 - (7) ulangi langkah (4) sampai (6) hingga diperoleh berat tetap (kehilangan berat <4%) misalnya B mg.
- 2) penimbangan residu total dilakukan dengan urutan sebagai berikut :
 - (1) contoh dikocok hingga serba sama dan diambil sebanyak 100 mL;
 - (2) tuangkan ke dalam cawan tersebut diatas, kemudian uapkan di atas penangas air hingga hampir kering;
 - (3) keringkan di dalam oven pada temperatur 103-105 °C selama 1 jam;
 - (4) dinginkan dalam desikator selama 15 menit;
 - (5) timbang dengan neraca analitik;
 - ulangi langkah (3) sampai (5) hingga diperoleh berat tetap (kehilangan berat <4%) misalnya A mg.

ditulis dengan cara
di PC dan Printer

3.5.5 Perhitungan

Rumus yang digunakan dalam perhitungan ialah :

$$\text{mg/L residu total} = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{mL contoh}} \dots\dots\dots(4)$$

dengan penjelasan :

A = Berat cawan berisi residu dalam mg

B = Berat cawan kosong dalam mg

3.6 Residu Tersuspensi

3.6.1 Prinsip Kerja

Pemeriksaan residu tersuspensi dilakukan dengan cara menimbang berat residu di dalam contoh yang tertahan pada kertas saring yang berpori 0,45 µm dan telah dikeringkan pada suhu 103-105°C hingga diperoleh berat tetap.

3.6.2 Gangguan

Gangguan yang terdapat dalam analisis ialah :

- 1) partikel yang besar, partikel yang mengapung, dan zat-zat menggumpal yang tidak dapat tercampur dalam air terlebih dahulu dipisahkan sebelum pengujian;
- 2) contoh yang mengandung kadar garam tinggi untuk menghilangkan gangguan ini diperlukan pembilasan yang sempurna dengan air suling setelah contoh disaring.

3.6.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan ialah:

- 1) cawan Goch atau alat penyaring lain yang dilengkapi pengisap atau penekan;
- 2) kertas saring yang berpori 0,45 µm misalnya Gelman tipe A/E atau Whatman tipe 934 AH atau Millipore tipe AP40 atau yang sejenis;
- 3) tempat khusus untuk menaruh kertas saring yang terbuat dari baja nitrat atau aluminium;

- 4) oven untuk pemanasan pada suhu 103-105 °C;
- 5) desikator;
- 6) neraca analitik dengan kapasitas 200 gram dan ketelitian 0,1 mg;
- 7) penjepit.

3.6.4 Cara Kerja

Tahapan cara kerja adalah sebagai berikut :

- 1) penimbangan kertas saring kosong dilakukan dengan urutan :
 - (1) taruh kertas saringan ke dalam alat penyaring;
 - (2) bilas kertas saring dengan air suling sebanyak 20 mL dan operasikan alat penyaring;
 - (3) ulangi pembilasan hingga bersih dari partikel-partikel halus pada kertas saring;
 - (4) ambil kertas saring dan taruh di atas tempat khusus kertas saring;
 - (5) keringkan kertas saring tersebut di dalam oven pada temperatur 103 - 105 °C selama 1 jam;
 - (6) dinginkan dalam desikator selama 10 menit;
 - (7) timbang dengan neraca analitik;
 - (8) ulangi langkah (5) sampai (7) hingga diperoleh berat tetap (kehilangan berat <4 %) misalnya B mg;
 - (9) taruh kertas saring tersebut di dalam desikator;
- 2) penyaringan contoh dan penimbangan residu tersuspensi dilakukan dengan urutan :
 - (1) siapkan kertas saring yang telah diketahui beratnya pada alat penyaring;
 - (2) contoh dikocok hingga merata dan masukkan ke dalam alat penyaring; banyaknya contoh yang diambil disesuaikan dengan kadar residu tersuspensi sehingga berat residu tersuspensi antara 2,5 mg sampai 200 mg;
 - (3) saring contoh, kemudian residu tersuspensi dibilas dengan air suling sebanyak 10 mL dan dilakukan 3 kali pembilasan;
 - (4) ambil kertas saring dan taruh di atas tempat khusus;
 - (5) keringkan di dalam alat pengering pada suhu 103-105 °C selama 1 jam;
 - (6) dinginkan di dalam desikator selama 10 menit;
 - (7) timbang dengan neraca analitik;
 - (8) ulangi langkah (5),(6) dan (7) hingga diperoleh berat tetap (kehilangan berat <4%) misalnya A mg;
 - (9) hasil tersebut dapat dilanjutkan untuk penetapan residu tersuspensi terurai;

(10) air saringan yang diperoleh dapat digunakan untuk penetapan residu terlarut.

3.6.5 Perhitungan

Rumus yang digunakan dalam perhitungan ialah :

$$\text{mg/L residu tersuspensi} = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{mL contoh}} \dots \dots \dots (5)$$

dengan penjelasan :

A = Berat kertas saring berisi residu tersuspensi, dalam mg

B = Berat kertas saring kosong, dalam mg

3.7 Residu Terlarut

3.7.1 Prinsip Kerja

Pemeriksaan residu terlarut dilakukan dengan cara menimbang berat residu yang lolos melalui kertas saring yang berpori < 0,45 µm dan telah dikeringkan pada suhu 103-105 °C.

3.7.2 Gangguan

Beberapa gangguan pengujian antara lain :

- 1) kadar residu terlarut yang lebih besar dari 200 mg; untuk menghilangkan gangguan ini diperlukan pengenceran atau pengurangan volume contoh;
- 2) contoh yang mengandung kalsium, magnesium, klorida dan atau sulfat dengan kadar yang tinggi, mengganggu penimbangan karena bersifat mudah menyerap air (higroskopis);
- 3) contoh yang mengandung bikarbonat dalam kadar tinggi memerlukan pengeringan yang lebih lama.

3.7.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah :

- 1) cawan penguap berkapasitas 100 mL dan ber diameter 50 mm yang terbuat dari porselen atau platina atau silika berkualitas tinggi;
- 2) tanur untuk pemanasan pada suhu 550 ± 50 °C;
- 3) penangas air;

- 4) oven untuk pemanasan pada suhu 103-105 °C;
- 5) desikator;
- 6) neraca analitik dengan kapasitas 200 gram dan ketelitian 0,1 mg;
- 7) cawan Goch atau alat penyaring lain yang dilengkapi pengisap atau penekan;
- 8) kertas saring yang berpori 0,45 µm: misalnya Gelman tipe A/E atau Whatman tipe 934 AH atau Millipore tipe AP40 atau yang sejenis;
- 9) tempat khusus untuk meletakkan kertas saring yang terbuat dari baja nir karat atau aluminium;
- 10) penjepit cawan.

3.7.4 Cara Kerja

Tahapan cara kerja adalah sebagai berikut :

- 1) penimbangan cawan kosong dikerjakan dengan urutan :
 - (1) panaskan cawan kosong dalam tanur pada suhu 550 ± 50 °C selama 1 jam, biarkan di dalam tanur hingga hampir dingin;
 - (2) dinginkan dalam desikator selama 15 menit;
 - (3) timbang dengan neraca analitik;
 - (4) panaskan kembali cawan kosong dalam oven pada suhu 103 - 105 °C selama 1 jam;
 - (5) dinginkan dalam desikator selama 15 menit;
 - (6) timbang kembali dengan neraca analitik;
 - (7) ulangi langkah (4) sampai (6) hingga diperoleh berat tetap (kehilangan berat <4%) misalnya B mg.
- 2) penyaringan contoh dilakukan dengan urutan :
 - (1) siapkan kertas saring pada alat penyaring;
 - (2) saring contoh sebanyak 250 mL;
 - (3) ambil filtrat sebanyak 100 mL kemudian tuangkan ke dalam cawan yang telah diketahui beratnya dan banyaknya contoh yang diambil disesuaikan dengan kadar residu terlarut di dalam contoh uji sehingga berat residu terlarut yang diperoleh antara 2,5 mg sampai 200 mg;
 - (4) keringkan di dalam oven pada suhu 103-105 °C selama 1 jam;
 - (5) dinginkan dalam desikator selama 15 menit;
 - (6) timbang cawan berisi residu terlarut tersebut dengan neraca analitik;
 - (7) ulangi langkah (4) sampai (6) hingga diperoleh berat tetap (kehilangan berat <4%) misalnya A mg.

3.7.5 Perhitungan

Rumus yang digunakan dalam perhitungan ialah :

$$\text{mg/L residu terlarut} = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{mL Contoh}} \dots \dots \dots (6)$$

dengan penjelasan :

A = Berat cawan berisi residu terlarut, dalam mg

B = Berat cawan kosong, dalam mg

3.8 Residu Terurai dan Residu Terikat

3.8.1 Prinsip Kerja

Residu total atau residu tersuspensi dipijarkan pada suhu 550 °C selama 15 menit. Kehilangan residu total atau residu tersuspensi disebut residu terurai dan sisa dari residu total atau residu tersuspensi disebut residu terikat.

3.8.2 Gangguan

Gangguan yang ada pada residu terurai dan residu terikat sama dengan residu total dan residu tersuspensi (lihat 3.5.2 dan 3.6.2).

3.8.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan sama dengan pemeriksaan residu terlarut (lihat 3.7.3).

3.8.4 Cara Kerja

Tahapan cara kerja adalah sebagai berikut :

1) penetapan residu total terurai dan residu total terikat dilakukan dengan urutan:

- (1) tetapkan residu total dari contoh sesuai dengan cara residu total, lihat 3.5 di atas;
- (2) pijarkan cawan yang berisi residu total di dalam tanur pada suhu 550 ± 50 °C selama 15 menit, biarkan di dalam tanur hingga hampir dingin;
- (3) dinginkan dalam desikator selama 15 menit;
- (4) timbang dengan neraca analitik;

- (5) ulangi pemanasan dalam alat pengering pada suhu 103-105 °C selama 1 jam;
 - (6) dinginkan dalam desikator selama 15 menit;
 - (7) timbang dengan neraca analitik;
 - (8) ulangi langkah (5) sampai (7) hingga diperoleh berat tetap (kehilangan berat <4%) misalnya C mg.
- 2) penetapan residu tersuspensi terurai dan residu tersuspensi terikat dilakukan dengan urutan :
- (1) tetapkan residu tersuspensi dari contoh sesuai dengan cara residu tersuspensi lihat 3.6 di atas;
 - (2) masukkan residu tersuspensi ke dalam cawan yang telah diketahui beratnya (lihat 3.5.4 (1));
 - (3) pijarkan dalam tanur pada suhu 550 ± 50 °C selama 15 menit, biarkan di dalam tanur hingga hampir dingin;
 - (4) lanjutkan pendinginan dalam desikator selama 15 menit;
 - (5) timbang dengan neraca analitik;
 - (6) panaskan dalam alat pemanas pada suhu 103-105 °C selama 1 jam, dinginkan dalam desikator selama kurang lebih 15 menit;
 - (7) timbang dengan neraca analitik, ulangi pemanasan dan pendinginan seperti pada langkah (6) sampai diperoleh berat tetap (kehilangan berat <4%) misalnya C' mg.

3.8.5 Perhitungan

Rumus yang digunakan dalam perhitungan adalah :

$$\text{mg/L residu total terurai} = \frac{(A - C) \times 1000}{\text{mL contoh}} \dots \dots \dots (7)$$

$$\text{mg/L residu total terikat} = \frac{(C - B) \times 1000}{\text{mL contoh}} \dots \dots \dots (8)$$

dengan penjelasan :

A = Berat cawan berisi residu total dalam mg

B = Berat cawan berisi residu total setelah pemijaran, dalam mg

C = Berat cawan kosong, dalam mg

$$\text{mg/L residu tersuspensi terurai} = \frac{(A' - C') \times 1000}{\text{mL contoh}} \dots \dots \dots (9)$$

$$\text{mg/L residu tersuspensi terikat} = \frac{(C - B') \times 1000}{\text{mL contoh}} \dots \dots \dots (10)$$

dengan penjelasan :

A' = Berat cawan berisi residu tersuspensi, dalam mg

C' = Berat cawan berisi residu tersuspensi setelah penrijaran, dalam mg

B' = Berat cawan kosong, dalam mg

3.9 Residu Mengendap

3.9.1 Prinsip Kerja

Contoh yang serba sama diendapkan di dalam kerucut pengendap selama waktu tertentu, kemudian diukur banyak endapannya dalam mL/L atau mg/L.

3.9.2 Gangguan

Gangguan dalam pemeriksaan ini adalah zat yang mengapung, harus dipisahkan terlebih dahulu.

3.9.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah :

- 1) cawan penguap berkapasitas 100 mL dan ber diameter 90 mm yang terbuat dari porselen atau platina atau silika berkualitas tinggi;
- 2) tanur untuk pemanasan pada suhu 550 ± 50 °C;
- 3) penangas air;
- 4) oven untuk pemanasan pada suhu 103-105 °C;
- 5) desikator;
- 6) neraca analitik dengan kapasitas 200 gram dan ketelitian 0,1 mg;
- 7) cawan Goch atau alat penyaring lain yang dilengkapi pengisap atau penekan;
- 8) kertas saring berpori 0,45 μm misalnya Gelman tipe A/E atau Whatman tipe 934 AH atau Millipore tipe AP40 atau yang sejenis;
- 9) tempat khusus untuk menaruh kertas saring yang terbuat dari baja air karat atau aluminium;
- 10) penjepit cawan;
- 11) kerucut Imhoff;
- 12) batang pengaduk yang dilengkapi dengan karet pembersih;
- 13) gelas ukur berdiameter ± 9 cm.

3.9.4 Cara Kerja

Tahapan cara kerja adalah :

- 1) pemeriksaan dengan cara volumetri dikerjakan sebagai berikut :
 - (1) contoh dikocok hingga serba sama, kemudian diambil 1 Liter dan dimasukkan ke dalam kerucut Imhoff, biarkan selama 45 menit;
 - (2) suspensi yang melekat pada dinding dilepaskan dengan batang pengaduk, biarkan lagi selama 15 menit;
 - (3) baca volume dari suspensi yang mengendap pada kerucut Imhoff.
- 2) pemeriksaan dengan cara gravimetri dikerjakan sebagai berikut :
 - (1) tetapkan kadar residu tersuspensi sesuai dengan penetapan kadar suspensi (lihat 3.6), sehingga diperoleh residu suspensi mengendap dan tidak mengendap;
 - (2) ambil contoh 1 Liter yang telah dikocok hingga serba sama dan masukkan ke dalam gelas ukur (tinggi air ± 20 cm);
 - (3) biarkan contoh tersebut selama 1 jam;
 - (4) pisahkan lapisan air dengan endapan dengan menggunakan pipa pindah (sipon), dengan cara ujung selang diletakkan ditengah-tengah antara permukaan zat cair dan endapan, kemudian tampung sebanyak 250 mL;
 - (5) tetapkan kadar residu tersuspensi dari air yang ditampung tadi, seperti pada residu tersuspensi (lihat 3.6), sehingga diperoleh residu suspensi yang tidak mengendap.

3.9.5 Perhitungan

Rumus yang digunakan dalam perhitungan adalah :

- 1) cara volumetri;

$$\text{mL/L residu mengendap} = \frac{\text{mL pembacaan endapan pada kerucut Imhoff}}{1 \text{ L}} \dots\dots(11)$$

- 2) cara gravimetri;

$$\text{mg/L residu mengendap} = A - B \dots\dots\dots(12)$$

dengan penjelasan :

A = residu tersuspensi (mg/L)

B = residu tidak mengendap (mg/L)

3.10 Derajat Keasaman

3.10.1 Prinsip Kerja

Aktivitas ion hidrogen dalam air diukur secara potensiometri dengan elektroda gelas. Elektroda ini akan menghasilkan perubahan tegangan yang disebabkan oleh aktivitas ion hidrogen sebesar 59,1 mv/pH unit pada suhu 25 °C.

3.10.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam pengukuran adalah :

- 1) air suling;
- 2) larutan buffer pH 4,004;
- 3) larutan buffer pH 7,415;
- 4) larutan buffer pH 9,183.

3.10.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam analisis ialah :

- 1) pH meter;
- 2) labu ukur 1 Liter;
- 3) termometer;
- 4) gelas piala;

3.10.4 Cara Kerja

Tahapan cara kerja analisis adalah sebagai berikut :

- 1) kalibrasi alat dilakukan sebagai berikut :
 - (1) perlu diikuti petunjuk pemakaian alat dari pabriknya;
 - (2) bilas elektroda dengan larutan penyangga pH 7,415 sebanyak tiga kali kemudian keringkan dengan kertas yang lembut, ukur pH larutan buffer dan atur alat sehingga skala pH menunjukkan angka 7,415;
 - (3) bilas elektroda dengan larutan penyangga pH 4,004 sebanyak tiga kali kemudian keringkan dengan kertas yang lembut, ukur pH

larutan buffer dan atur alat sehingga skala pH menunjukkan angka 4,004;

- (4) bilas elektroda dengan larutan penyangga pH 9,183 sebanyak tiga kali kemudian keringkan dengan kertas yang lembut, ukur pH larutan buffer dan atur alat sehingga skala pH menunjukkan angka 9,183;

2) penetapan pH contoh dilakukan sebagai berikut :

- (1) bilas elektroda dengan air suling sebanyak tiga kali dan keringkan dengan kertas yang lembut;
- (2) rendamlah elektroda ke dalam contoh selama ± 1 menit kemudian keringkan dengan kertas yang lembut;
- (3) ganti contoh dan rendamlah elektroda kedalam contoh tersebut sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap.

3.10.5 Perhitungan

Derajat keasaman (pH) dapat langsung dibaca dari skala atau digital alat pH meter.

3.11 Daya Hantar Listrik (DHL)

3.11.1 Prinsip Kerja

Daya Hantar Listrik diukur dengan elektroda konduktometer dengan menggunakan larutan KCl sebagai larutan baku pada suhu 25 °C.

3.11.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam analisis ialah :

- 1) air suling;
- 2) larutan baku kalium klorida (KCl) 0,01 M;
- 3) larutan baku KCl 0,1 M;
- 4) larutan baku KCl 0,5 M.

3.11.3 Peralatan

Peralatan untuk analisis adalah :

- 1) konduktometer;
- 2) labu ukur 1 Liter;
- 3) termometer;
- 4) gelas piala.

3.11.4 Cara Kerja

Tahapan kerja adalah sebagai berikut :

- 1) kalibrasi elektroda konduktometer, dilakukan dengan cara membilas elektroda dengan larutan KCl 0,01 M sebanyak tiga kali kemudian ukur DHL larutan baku KCl 0,01 M dan atur sampai menunjukkan angka 1.413 $\mu\text{mhos/cm}$;
- 2) penetapan DHL contoh, dilakukan dengan cara membilas elektroda dengan contoh sebanyak tiga kali kemudian ukur DHL contoh dengan membaca skala atau digit alat;
- 3) apabila DHL contoh lebih besar dari 1.413 $\mu\text{mhos/cm}$, maka lakukan pengukuran dengan menggunakan larutan baku KCl 0,1 M (DHL = 12.900 $\mu\text{mhos/cm}$) atau larutan 0,5 M (DHL = 58.640 $\mu\text{mhos/cm}$).

3.11.5 Perhitungan

DHL dinyatakan dalam satuan $\mu\text{mhos/cm}$ atau mhos/cm dapat langsung dibaca pada alat konduktometer.

3.12 Kegaraman (Salinitas)

Cara pemeriksaan kegaraman dapat dilakukan dengan metode argentometri atau salinometri.

3.12.1 Metode Argentometri

Ikhtwal yang perlu diperhatikan:

- 1) prinsip kerja metode ini terdiri atas :
 - (1) menetapkan kadar klorida dengan cara titrasi argentometri;
 - (2) mengkonversikan kadar klorida dalam larutan yang dinyatakan dengan ‰.
- 2) bahan yang digunakan untuk analisis adalah :
 - (1) larutan baku natrium klorida (NaCl);
 - (2) larutan perak nitrat (AgNO_3) ± 0,28 N;
 - (3) indikator kalium kromat;
- 3) peralatan yang digunakan dalam analisis adalah :
 - (1) buret warna gelap (warna coklat);
 - (2) erlenmeyer 250 mL bertutup asah;

- (3) pipet gondok 25 mL dan 5 mL;
- 4) Cara kerja metode ini adalah :
- (1) pipet 5 mL contoh lalu masukkan ke dalam erlenmeyer;
 - (2) tambahkan 2 tetes larutan indikator K_2CrO_4 dan titrasi dengan larutan $AgNO_3$ sampai warna endapan berubah dari kuning muda menjadi kemerah-merahan sehingga pada dasar erlenmeyer terbentuk endapan $AgCl$ yang berwarna putih;
 - (3) titrasi dihentikan dan erlenmeyer ditutup, kocok kuat-kuat sampai endapan putih $AgCl$ pecah;
 - (4) tutup erlenmeyer dibilas dengan air suling, titrasi dilanjutkan sampai terbentuk warna coklat;
 - (5) catat mL titrasi yang digunakan, untuk menghitung klorositi;
- 5) perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus :

- (1) klorositi (Clo);

$$Clo = \frac{d \times N \times 0,0355 \times 1000}{A} \dots\dots\dots(13)$$

dengan penjelasan :

- d = mL $AgNO_3$ yang diperlukan
 N = Normalitas $AgNO_3$
 A = mL contoh yang digunakan
 Clo = Kadar klor dalam g/L

- (2) salinitas/kegaraman;

$$^{\circ}/_{\infty} = Clo \times 1,8 \dots\dots\dots(14)$$

3.12.2 Metode Salinometri

Ikhtwal yang perlu diperhatikan:

- 1) prinsip kerja metode salinometri dilakukan dengan cara mengukur salinitas dengan alat salinometer;
- 2) bahan yang digunakan adalah :
 - (1) air suling;

- (2) larutan baku air laut;
- 3) peralatan yang digunakan dalam analisis adalah :
 - (1) salinometer;
 - (2) termometer;
 - (3) gelas piala;
- 4) cara kerja analisis adalah :
 - (1) standarisasi larutan baku, dilakukan dengan cara menetapkan klorositi larutan baku air laut dengan metode argentometri kemudian hitung dan catat salinitas larutan baku tersebut;
 - (2) kalibrasi elektroda salinometer dilakukan dengan cara membilas elektroda dengan larutan baku air laut sebanyak tiga kali kemudian ukur salinitas larutan baku air laut dan atur sehingga menunjukkan angka salinitasnya;
 - (3) penetapan salinitas contoh, dilakukan dengan cara membilas elektroda dengan contoh sebanyak tiga kali, ukur salinitas contoh dengan membaca skala atau digit alat;
- 5) perhitungan salinitas yang dinyatakan dalam ‰ dapat langsung dapat dibaca pada alat salinometer.

IV. CARA PEMBUATAN LARUTAN

4.1 Pembuatan Larutan Untuk Pengujian Warna

4.1.1 Larutan Induk Skala Warna 500 mg/L PtCo

Cara pembuatannya dapat dipilih salah satu dari dua cara yaitu :

- 1) larutkan 1,246 gram kalium kloro platina K_2PtCl_6 (setara dengan 500 mg/L Pt) dan 1 gram kristal kobal klorida, $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ (setara dengan 250 mg Co) dalam air suling, kemudian tambahkan perlahan-lahan 100 mL HCL pekat dan encerkan menjadi 1000 mL dengan air suling;
- 2) larutkan 500 mg platina murni di dalam air raja dengan pemanasan, kemudian hilangkan asam nitrat yang ada dengan penambahan HCl pekat beberapa kali, larutkan residu yang dihasilkan bersama dengan 1 gram kobal khlorida seperti pada cara tersebut di atas.

4.1.2 Larutan Baku Kerja Dengan Skala Warna 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60 dan 70

Cara pembuatannya adalah sebagai berikut:

- 1) encerkan larutan induk masing-masing sebanyak; 0,5 ; 1,0 ; 1,5; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 6,0 dan 7,0 mL kemudian encerkan menjadi 50 mL di dalam tabung Nessler;
- 2) simpan larutan baku kerja dalam rak tertutup.

4.2 Pembuatan Larutan Untuk Pengujian Kekeruhan Metode Nephelometri

4.2.1 Larutan Suspensi Induk Kekeruhan 400 UKN

Cara pembuatannya adalah sebagai berikut:

- 1) larutan I: larutkan 1,00 gram hidrazin sulfat $((NH_2)_2 \cdot H_2SO_4)$ dengan air suling dan encerkan menjadi 100 mL dalam labu ukur;
- 2) larutan II: larutkan 10,00 gram heksa metilen tetramine $((CH_2)_6N_4)$ dengan air suling dan encerkan menjadi 100 mL dalam labu ukur;
- 3) campurkan 5,0 mL larutan I dan 5,0 mL larutan II ke dalam labu ukur 100 mL;

- 4) diamkan selama 24 jam pada suhu 25 ± 3 °C, kemudian encerkan menjadi 100 mL; larutan suspensi tersebut minimal harus dibuat sebulan sekali.

4.2.2 Larutan Suspensi Baku Kekeruhan 40 UKN

Cara pembuatannya dengan mengencerkan 10 mL larutan baku suspensi kekeruhan 400 UKN menjadi 100 mL dengan air bebas kekeruhan, siapkan larutan baku suspensi ini setiap hari.

4.2.3 Larutan Suspensi Baku Encer

Cara pembuatannya dengan mengencerkan suspensi baku kekeruhan 40 UKN sesuai keperluannya dengan menggunakan air bebas kekeruhan, suspensi ini harus disiapkan setiap hari.

4.3 Pembuatan Larutan Untuk Pengujian Derajat Keasaman (pH)

4.3.1 Larutan Buffer pH 4,004

Cara pembuatannya dengan melarutkan 10,12 gram kalium hidrogenphthalat, $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$ ke dalam air suling dan tepatkan menjadi 1000 mL pada suhu 25 °C.

4.3.2 Larutan Buffer pH 7,415

Cara pembuatannya sebagai berikut :

- 1) timbang 1,179 gram kalium dihidrogen fosfat, KH_2PO_4 dan 4,303 gram dinatrium hidrogen fosfat, Na_2HPO_4 yang telah dikeringkan pada suhu 110 - 130 °C selama 2 jam;
- 2) larutkan dalam air suling yang telah dididihkan dan didinginkan, kemudian tepatkan menjadi 1000 mL pada suhu 25 °C.

4.3.3 Larutan Buffer pH 9,183

- 1) timbang 3,80 gram dinatrium borat $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ yang telah dikeringkan pada suhu 110 - 130 °C selama 2 jam;
- 2) larutkan dalam air suling yang telah dididihkan dan didinginkan, kemudian tepatkan menjadi 1000 mL pada suhu 25 °C.

4.4 Pembuatan Larutan Untuk Pengujian DHL

4.4.1 Larutan Baku KCl 0,01 M

Cara pembuatan larutan ini adalah dengan melarutkan 0,7456 gram KCl bebas air kristal ke dalam air suling dan tepatkan menjadi 1000 mL. DHL larutan ini 1.413 umhos/cm pada suhu 25°C.

4.4.2 Larutan Baku KCl 0,1 M

Cara pembuatannya, larutkan 7,4560 gram KCl bebas air kristal ke dalam air suling dan tepatkan menjadi 1000 mL. DHL larutan 12.900 umhos/cm pada suhu 25 °C.

4.4.3 Larutan Baku KCl 0,5 M

Cara pembuatannya, larutkan 37,2800 gram KCl bebas air kristal dengan air suling dan tepatkan menjadi 1000 mL. DHL larutan ini 58.640 umhos/cm pada suhu 25 °C.

4.5 Pembuatan Larutan Untuk Pengujian Salinitas (Kegaraman)

4.5.1 Larutan Baku Natrium Klorida

Cara pembuatannya adalah sebagai berikut:

- 1) keringkan \pm 35 gram NaCl pada suhu 140 °C sampai diperoleh berat yang tetap;
- 2) timbang 29,6740 gram NaCl dan larutkan dengan air suling kemudian tepatkan menjadi 1000 mL di dalam labu ukur;

4.5.2 Larutan Perak Nitrat \pm 0,28 N

Cara pembuatannya, larutkan 48,5 gram perak nitrat (AgNO_3) ke dalam 500 mL air suling dan encerkan menjadi 1 L, simpan dalam botol gelas coklat yang tertutup pada suhu kamar.

4.5.3 Indikator Kalium Kromat

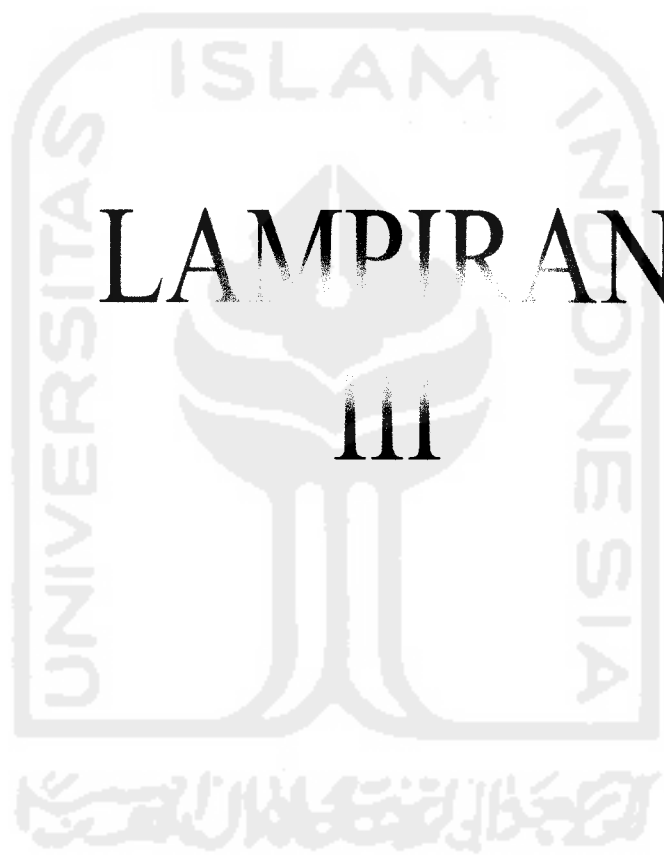
Cara pembuatannya, larutkan 63 gram K_2CrO_4 dalam 100 mL air suling kemudian tambahkan larutan perak nitrat sedikit demi sedikit sampai terbentuk endapan merah, saring dan simpan dalam botol tetes.

4.5.4 Standarisasi Perak Nitrat

Standarisasi dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- 1) pipet 25 mL larutan baku NaCl ke dalam botol erlenmeyer;
- 2) tambahkan 6 tetes larutan indikator K_2CrO_4 dan titrasi dengan larutan $AgNO_3$ sampai warna endapan berubah dari kuning muda menjadi kemerah-merahan hingga dibagian dasar erlenmeyer terbentuk endapan $AgCl$ yang berwarna putih;
- 3) titrasi dihentikan dan erlenmeyer ditutup, kocok kuat-kuat sampai endapan putih $AgCl$ pecah;
- 4) tutup erlenmeyer dibilas dengan air suling, titrasi dilanjutkan sampai terbentuk warna coklat;
- 5) catat mL titrasi yang diperlukan, untuk menghitung normalitas dari larutan $AgNO_3$;
- 6) perhitungan normalitas perak nitrat;

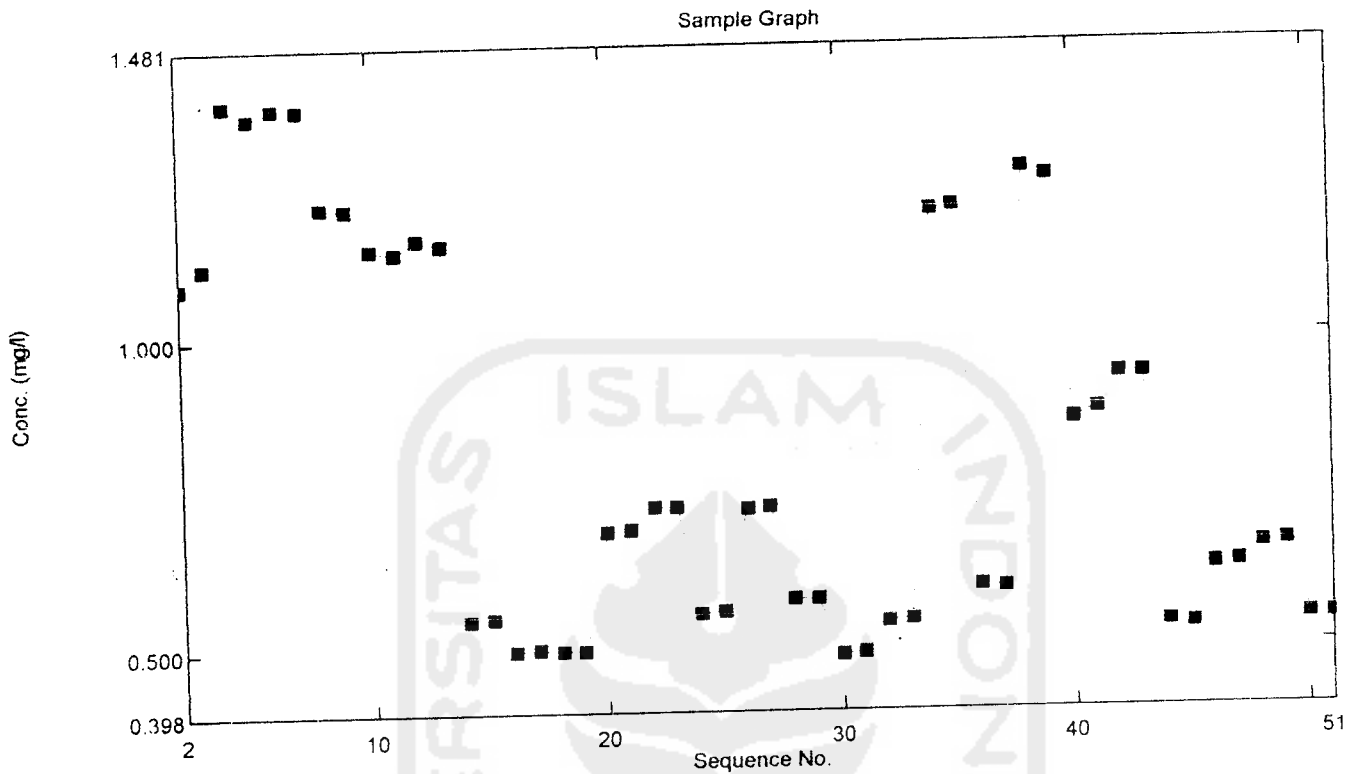
$$\text{normalitas perak nitrat} = \frac{12,69}{\text{mL } AgNO_3 \text{ yang diperlukan pada standarisasi}} \dots (15)$$



Sample Table Report

09/29/2006 01:30:09 PM

File Name: F:\Fitria NH4.pho



Sample Table

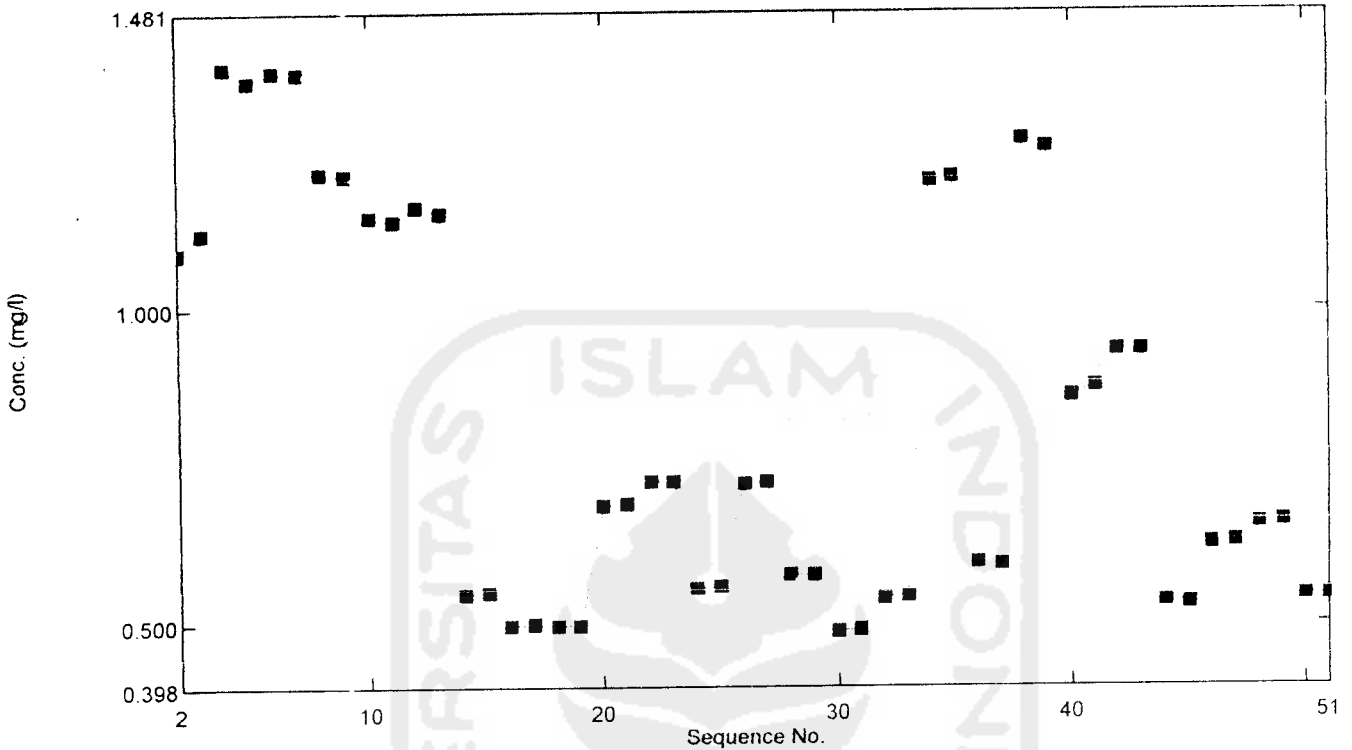
	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL420	Comments
1	Sampel Awal	Unknown	✓	-0.205	-0.051	
2	In 7,5% 1.1	Unknown		1.091	0.168	x3
3	In 7,5% 1.2	Unknown		1.122	0.173	
4	In 7,5% 2.1	Unknown		1.390	0.219	
5	In 7,5% 2.2	Unknown		1.369	0.215	
6	In 7,5% 3.1	Unknown		1.385	0.218	
7	In 7,5% 3.2	Unknown		1.381	0.217	
8	In 7,5% 4.1	Unknown		1.218	0.190	
9	In 7,5% 4.2	Unknown		1.215	0.189	
10	In 7,5% 5.1	Unknown		1.148	0.178	
11	In 7,5% 5.2	Unknown		1.141	0.177	
12	In 7,5% 6.1	Unknown		1.163	0.180	
13	In 7,5% 6.2	Unknown		1.155	0.179	
14	Out 10% 1.1	Unknown		0.550	0.077	
15	Out 10% 1.2	Unknown		0.551	0.077	
16	Out 10% 2.1	Unknown		0.497	0.068	
17	Out 10% 2.2	Unknown		0.499	0.068	
18	Out 10% 3.1	Unknown		0.497	0.068	

Sample Table Report

09/29/2006 01:30:09 PM

File Name: F:\Fitria NH4.pho

Sample Graph



Sample Table

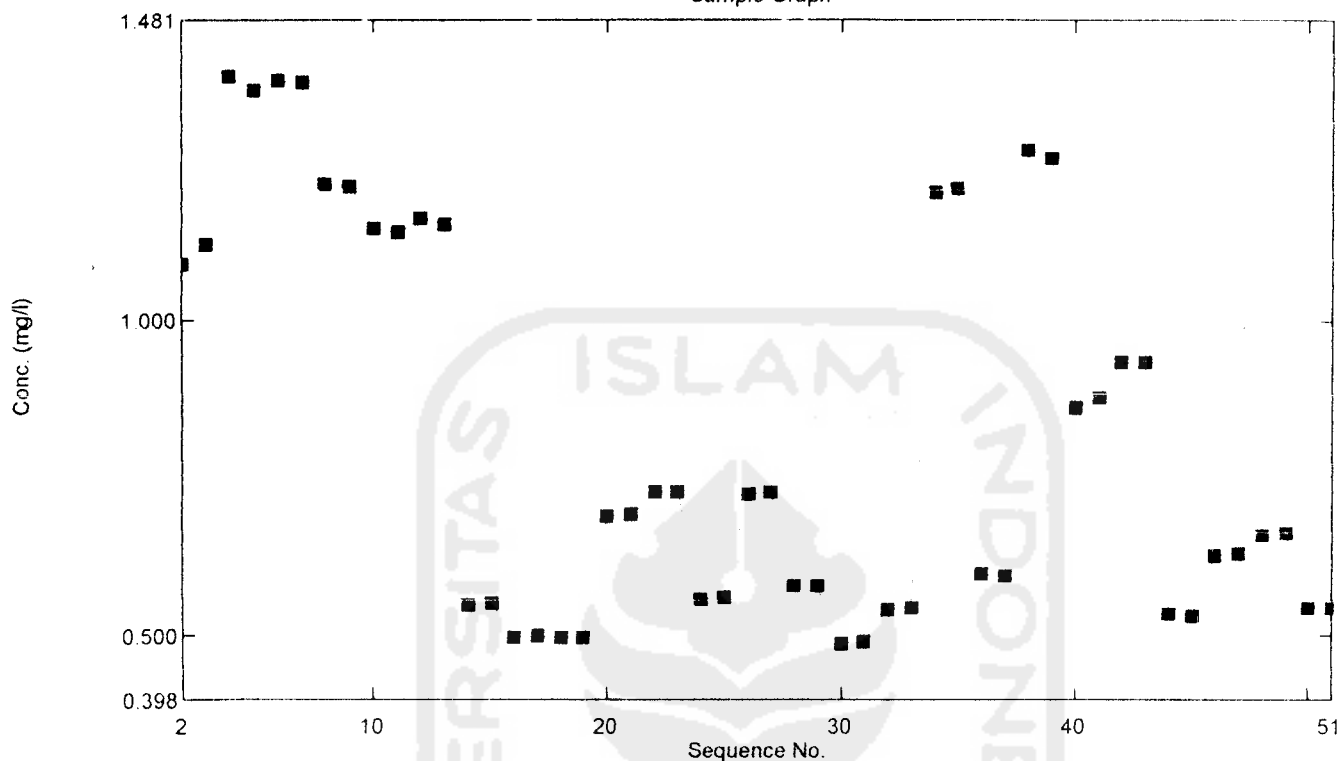
	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL420	Comments
19	Out 10% 3.2	Unknown		0.498	0.068	
20	Out 10% 4.1	Unknown		0.688	0.100	
21	Out 10% 4.2	Unknown		0.691	0.101	
22	Out 10% 5.1	Unknown		0.726	0.107	
23	Out 10% 5.2	Unknown		0.728	0.107	
24	Out 10% 6.1	Unknown		0.558	0.078	
25	Out 10% 6.2	Unknown		0.560	0.079	
26	Out 5% 1.1	Unknown		0.725	0.106	
27	Out 5% 1.2	Unknown		0.726	0.107	
28	Out 5% 2.1	Unknown		0.579	0.082	
29	Out 5% 2.2	Unknown		0.578	0.082	
30	Out 5% 3.1	Unknown		0.488	0.066	
31	Out 5% 3.2	Unknown		0.490	0.067	
32	Out 5% 4.1	Unknown		0.542	0.076	
33	Out 5% 4.2	Unknown		0.548	0.078	
34	Out 5% 5.1	Unknown		1.205	0.187	Inlet
35	Out 5% 5.2	Unknown		1.212	0.189	
36	Out 5% 6.1	Unknown		0.598	0.085	

Sample Table Report

09/29/2006 01:30:09 PM

File Name: F:\Fitria NH4.pho

Sample Graph



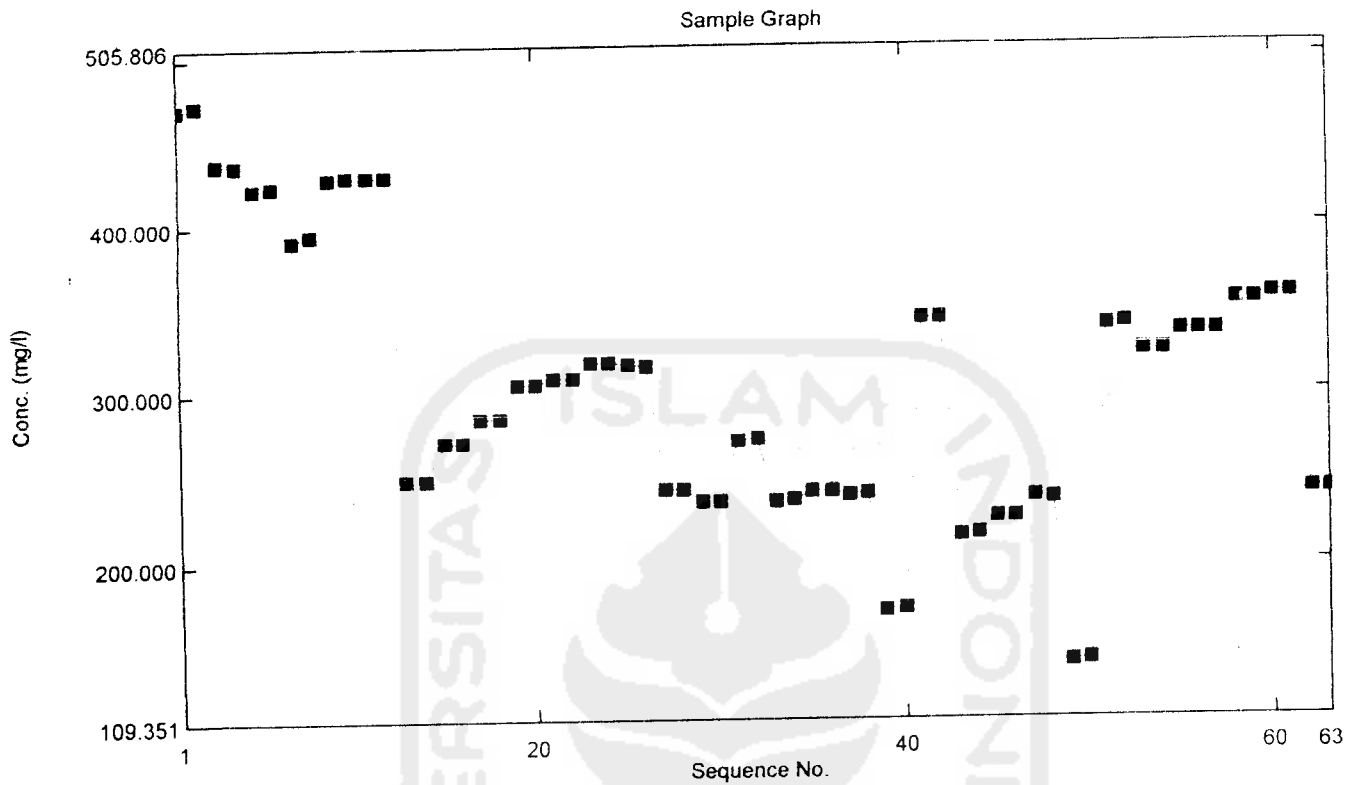
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL420	Comments
37	Out 5% 6.2	Unknown		0.595	0.084	
38	Out 7,5% 1.1	Unknown		1.273	0.199	
39	Out 7,5% 1.2	Unknown		1.262	0.197	
40	Out 7,5% 2.1	Unknown		0.860	0.129	
41	Out 7,5% 2.2	Unknown		0.878	0.132	
42	Out 7,5% 3.1	Unknown		0.933	0.142	
43	Out 7,5% 3.2	Unknown		0.934	0.142	
44	out 7,5% 4.1	Unknown		0.535	0.074	
45	out 7,5% 4.2	Unknown		0.533	0.074	
46	out 7,5% 5.1	Unknown		0.628	0.090	
47	out 7,5% 5.2	Unknown		0.630	0.090	
48	out 7,5% 6.1	Unkncwn		0.661	0.096	
49	out 7,5% 6.2	Unknown		0.664	0.096	
50	sampel Awal 1	Unknown		0.546	0.076	OUT 5% 5 jm
51	Sampel awal 2	Unknown		0.546	0.078	
52						

Sample Table Report

09/29/2006 01:31:43 PM

File Name: F:\Warna Fitria.pho



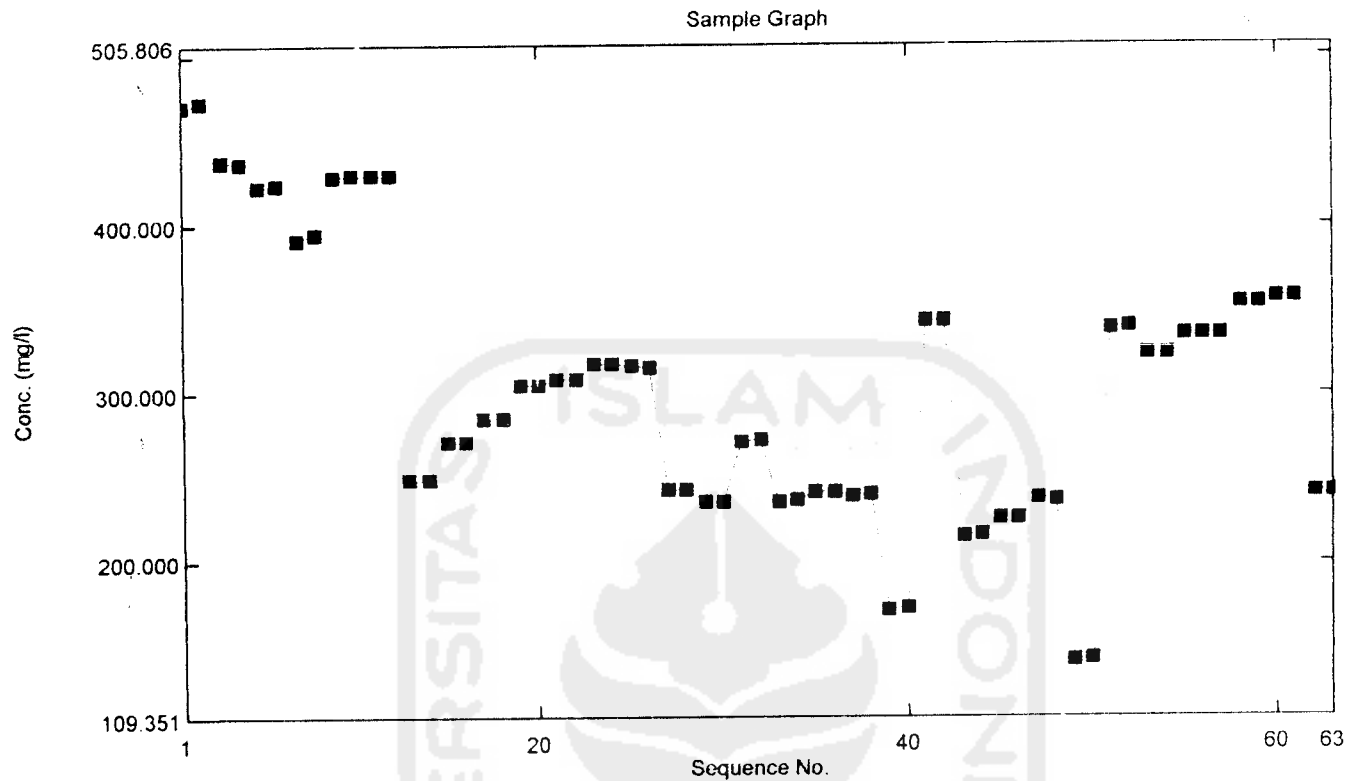
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL355	Comments
1	Awal 1	Unknown		470.398	1.211	
2	Awal 2	Unknown		472.768	1.217	
3	In 7.5 1 1	Unknown		438.171	1.128	
4	In 7.5 1 2	Unknown		437.081	1.125	
5	in 7.5 2 1	Unknown		423.052	1.089	
6	In 7.5 2 2	Unknown		423.573	1.090	
7	In 7.5 3 1	Unknown		391.773	1.008	
8	In 7.5 3 2	Unknown		394.948	1.017	
9	In 7.5 4 1	Unknown		428.976	1.104	
10	In 7.5 4 2	Unknown		429.782	1.106	
11	In 7.5 5 1	Unknown		429.782	1.106	
12	In 7.5 5 2	Unknown		429.498	1.106	
13	Awal 7,5% 1	Unknown		248.218	0.639	3x Outlet
14	Awal 7,5% 2	Unknown		249.123	0.638	"
15	in 7,5 1.1	Unknown		270.303	0.698	3x
16	in 7,5 1.2	Unknown		270.303	0.696	"
17	in 7,5 2.1	Unknown		284.806	0.733	"
18	in 7,5 2.2	Unknown		285.185	0.734	"

Sample Table Report

09/29/2006 01:31:43 PM

File Name: F:\Warna Fitria.pho



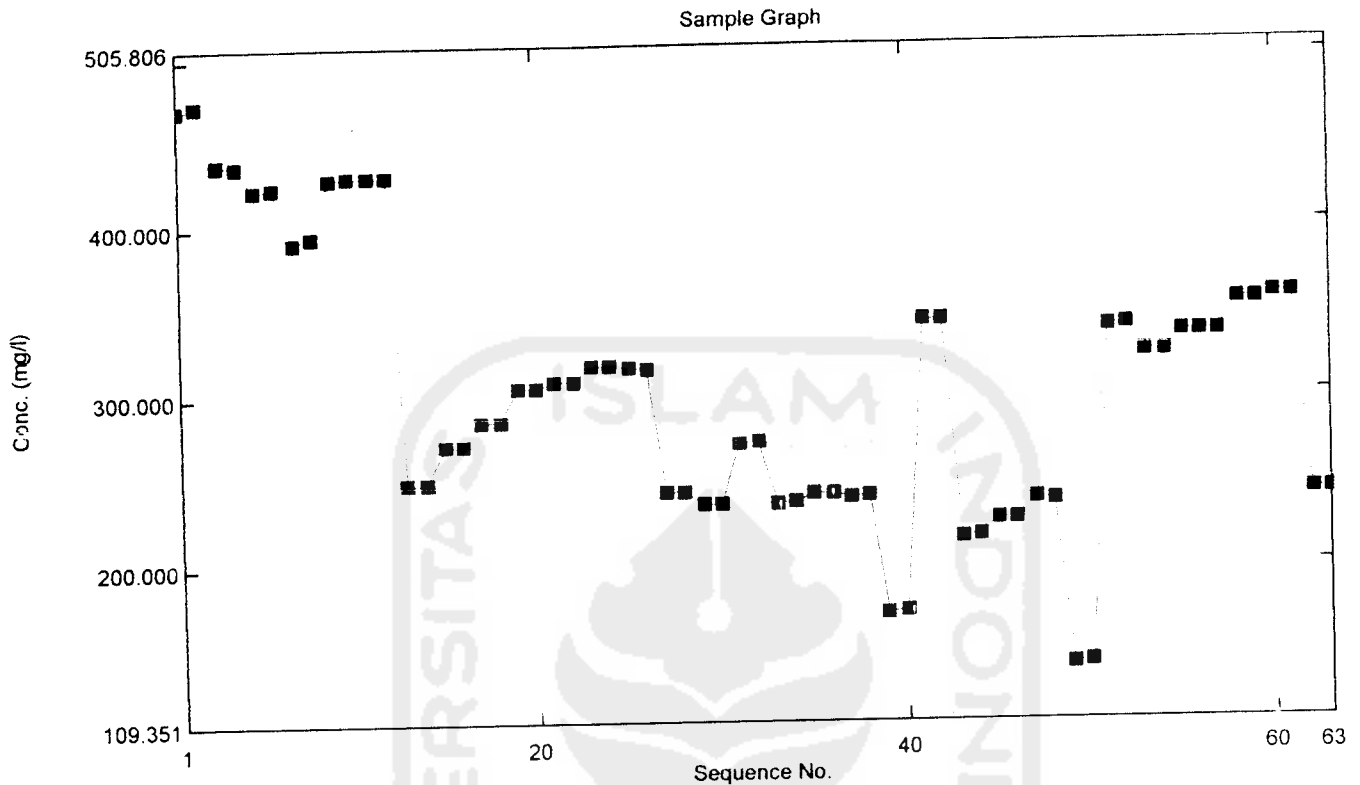
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL355	Comments
19	in 7,5 3.1	Unknown	3	304.758	0.784	"
20	in 7,5 3.2	Unknown		304.758	0.784	"
21	in 7,5 4.1	Unknown	4	308.218	0.793	"
22	in 7,5 4.2	Unknown		308.218	0.793	"
23	in 7,5 5.1	Unknown	5	317.081	0.816	"
24	in 7,5 5.2	Unknown		317.270	0.817	"
25	in 7,5 6.1	Unknown	6	315.801	0.813	"
26	in 7,5 6.2	Unknown		315.280	0.811	3x Outlet
27	out 7,5 1.1	Unknown	1	242.720	0.625	5x Inlet
28	out 7,5 1.2	Unknown		242.294	0.623	"
29	out 7,5 2.1	Unknown	2	235.469	0.606	"
30	out 7,5 2.2	Unknown		235.469	0.606	"
31	out 7,5 3.1	Unknown	3	271.109	0.698	"
32	out 7,5 3.2	Unknown		271.583	0.699	"
33	out 7,5 4.1	Unknown	4	235.848	0.607	"
34	out 7,5 4.2	Unknown		236.370	0.608	"
35	out 7,5 5.1	Unknown	5	241.156	0.620	"
36	out 7,5 5.2	Unknown		241.299	0.621	"

Sample Table Report

09/29/2006 01:31:43 PM

File Name: F:\Warna Fitria.pho



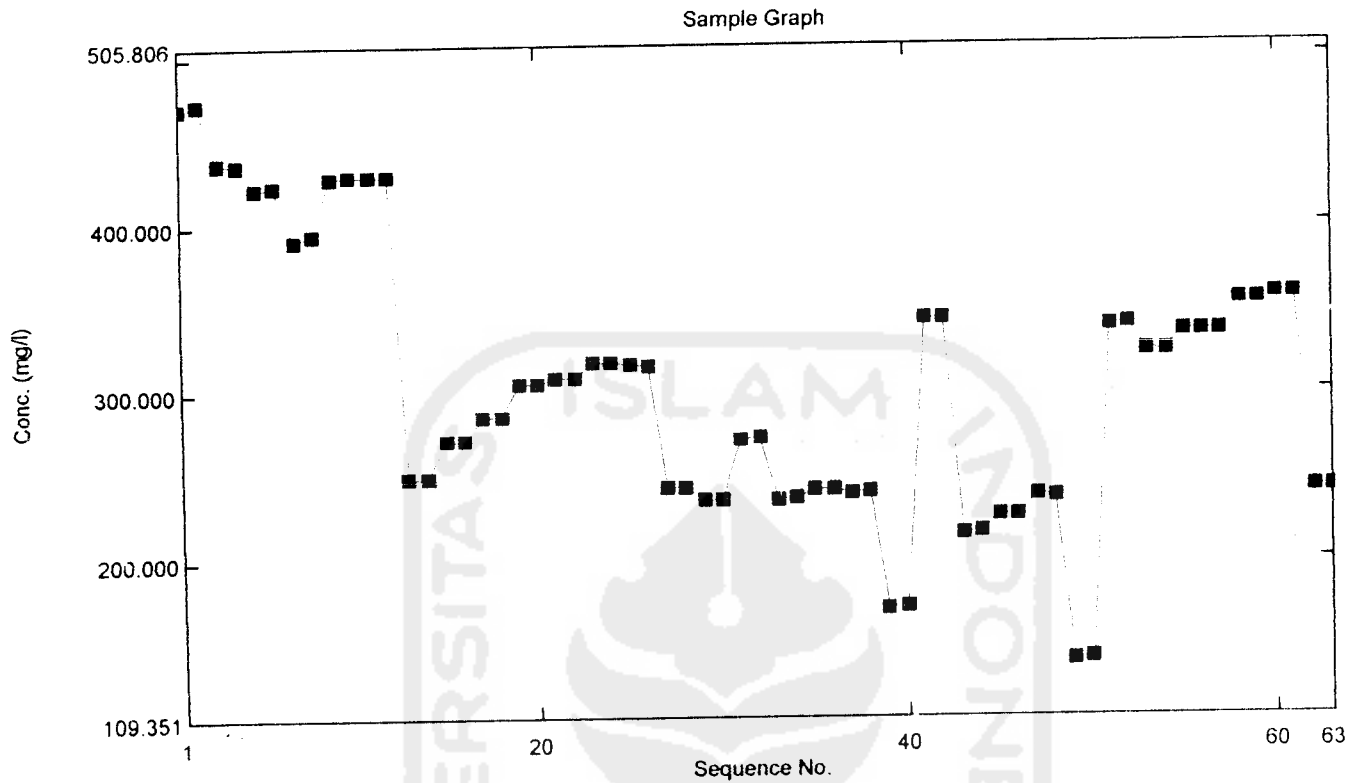
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL355	Comments
37	out 7,5 6.1	Unknown	6	239.735	0.617	"
38	out 7,5 6.2	Unknown		239.924	0.617	"
39	out 10 1.1	Unknown	1	173.005	0.445	outlet 3x
40	out 10 1.2	Unknown		173.147	0.445	"
41	out 10 2.1	Unknown	2	342.815	0.882	"
42	out 10 2.2	Unknown		342.957	0.883	"
43	out 10 3.1	Unknown	3	216.322	0.557	"
44	out 10 3.2	Unknown		216.559	0.557	"
45	out 10 4.1	Unknown	4	226.322	0.582	"
46	out 10 4.2	Unknown		226.559	0.583	"
47	out 10 5.1	Unknown	5	237.412	0.611	"
48	out 10 5.2	Unknown		237.318	0.611	"
49	out 10 6.1	Unknown	6	142.389	0.366	"
50	out 10 6.2	Unknown		142.720	0.367	"
51	out 5 1.1	Unknown	1	338.978	0.872	"
52	out 5 1.2	Unknown		339.261	0.873	"
53	out 5 2.1	Unknown	2	323.810	0.833	"
54	out 5 3.1	Unknown	3	323.100	0.832	"

Sample Table Report

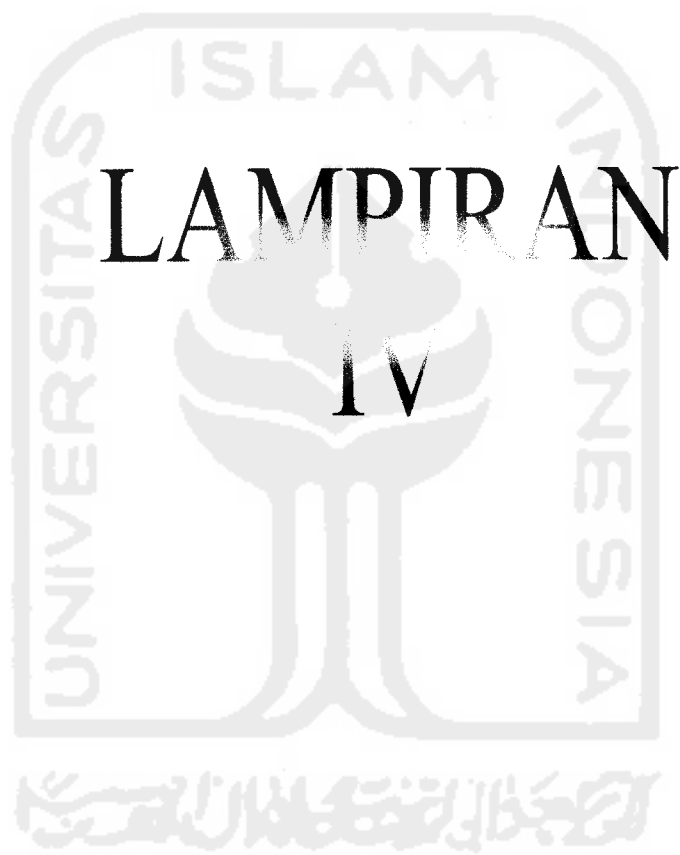
09/29/2006 01:31:43 PM

File Name: F:\Warna Fitria.pho



Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL355	Comments
55	out 5 3.2	Unknown		335.043	0.862	"
56	out 5 4.1	Unknown	4	335.043	0.862	"
57	out 5 4.2	Unknown		334.948	0.862	"
58	out 5 5.1	Unknown	5	354.237	0.912	"
59	out 5 5.2	Unknown		353.858	0.911	"
60	out 5 6.1	Unknown	6	357.175	0.919	"
61	out 5 6.2	Unknown		357.081	0.919	"
62	in akhir 1	Unknown		241.441	0.621	5x
63	in akhir 2	Unknown		241.630	0.622	"
64						



T-Test Ammonium (NH4)

[DataSet0]

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	INLET5 - OUTLET5	3.7753	6	.31428	.12831
Pair 2	INLET75 - OUTLET75	2.3675	6	.65014	.26542
Pair 3	INLET10 - OUTLET10	1.7610	6	.29439	.12018

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	INLET5 & OUTLET5	6	-.153	.772
Pair 2	INLET75 & OUTLET75	6	.635	.176
Pair 3	INLET10 & OUTLET10	6	-.772	.072

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	INLET5 - OUTLET5	2.03533	.42422	.17319	1.59014	2.48053	11.752	5	.000
Pair 2	INLET75 - OUTLET75	1.40783	.51188	.20897	.87065	1.94501	6.737	5	.001
Pair 3	INLET10 - OUTLET10	2.01433	.57297	.23392	1.41303	2.61563	8.611	5	.000

Ammonium (NH4)

Oneway

[DataSet0]

ANOVA

SELISIH

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.739	5	.348	1.147	.388
Within Groups	3.637	12	.303		
Total	5.375	17			

Homogeneous Subsets

SELISIH

Tukey HSD^a

WAKTU	N	Subset for alpha = .05
		1
1.00	3	1.4200
5.00	3	1.5320
6.00	3	1.6593
4.00	3	1.8823
2.00	3	2.1933
3.00	3	2.2293
Sig.		.500

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: SELISIH

Tukey HSD

(I) WAKTU	(J) WAKTU	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1.00	2.00	-.77333	.44948	.545	-2.2831	.7364
	3.00	-.80933	.44948	.500	-2.3191	.7004
	4.00	-.46233	.44948	.899	-1.9721	1.0474
	5.00	-.11200	.44948	1.000	-1.6218	1.3978
	6.00	-.23933	.44948	.994	-1.7491	1.2704
2.00	1.00	.77333	.44948	.545	-.7364	2.2831
	3.00	-.03600	.44948	1.000	-1.5458	1.4738
	4.00	.31100	.44948	.979	-1.1988	1.8208
	5.00	.66133	.44948	.687	-.8484	2.1711
	6.00	.53400	.44948	.834	-.9758	2.0438
3.00	1.00	.80933	.44948	.500	-.7004	2.3191
	2.00	.03600	.44948	1.000	-1.4738	1.5458
	4.00	.34700	.44948	.967	-1.1628	1.8568
	5.00	.69733	.44948	.641	-.8124	2.2071
	6.00	.57000	.44948	.796	-.9398	2.0798
4.00	1.00	.46233	.44948	.899	-1.0474	1.9721
	2.00	-.31100	.44948	.979	-1.8208	1.1988
	3.00	-.34700	.44948	.967	-1.8568	1.1628
	5.00	.35033	.44948	.966	-1.1594	1.8601
	6.00	.22300	.44948	.995	-1.2868	1.7328
5.00	1.00	.11200	.44948	1.000	-1.3978	1.6218
	2.00	-.66133	.44948	.687	-2.1711	.8484
	3.00	-.69733	.44948	.641	-2.2071	.8124
	4.00	-.35033	.44948	.966	-1.8601	1.1594
	6.00	-.12733	.44948	1.000	-1.6371	1.3824
6.00	1.00	.23933	.44948	.994	-1.2704	1.7491
	2.00	-.53400	.44948	.834	-2.0438	.9758
	3.00	-.57000	.44948	.796	-2.0798	.9398
	4.00	-.22300	.44948	.995	-1.7328	1.2868
	5.00	.12733	.44948	1.000	-1.3824	1.6371

T-Test warna

[DataSet0]

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	INLET5	1698.4758	6	66.98930	27.34827
	OUTLET5	1031.2557	6	198.60784	81.08131
Pair 2	INLET75	1698.4758	6	66.98930	27.34827
	OUTLET75	1222.0735	6	67.42126	27.52461
Pair 3	INLET10	1698.4758	6	66.98930	27.34827
	OUTLET10	1500.8257	6	93.10118	38.00840

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	INLET5 & OUTLET5	6	-.530	.280
Pair 2	INLET75 & OUTLET75	6	-.254	.627
Pair 3	INLET10 & OUTLET10	6	-.105	.843

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	INLET5 - OUTLET5	667.22017	240.89666	98.34565	414.41463	920.02570	6.784	5	.001
Pair 2	INLET75 - OUTLET75	476.40233	106.43608	43.45235	364.70451	588.10015	10.964	5	.000
Pair 3	INLET10 - OUTLET10	197.65017	120.27120	49.10051	71.43328	323.86705	4.025	5	.010

Warna

Oneway

[DataSet0]

ANOVA

SELISIH

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.739	5	.348	1.147	.388
Within Groups	3.637	12	.303		
Total	5.375	17			

Homogeneous Subsets

SELISIH

Tukey HSD^a

WAKTU	N	Subset for alpha = .05
		1
1.00	3	1.4200
5.00	3	1.5320
6.00	3	1.6593
4.00	3	1.8823
2.00	3	2.1933
3.00	3	2.2293
Sig.		.500

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

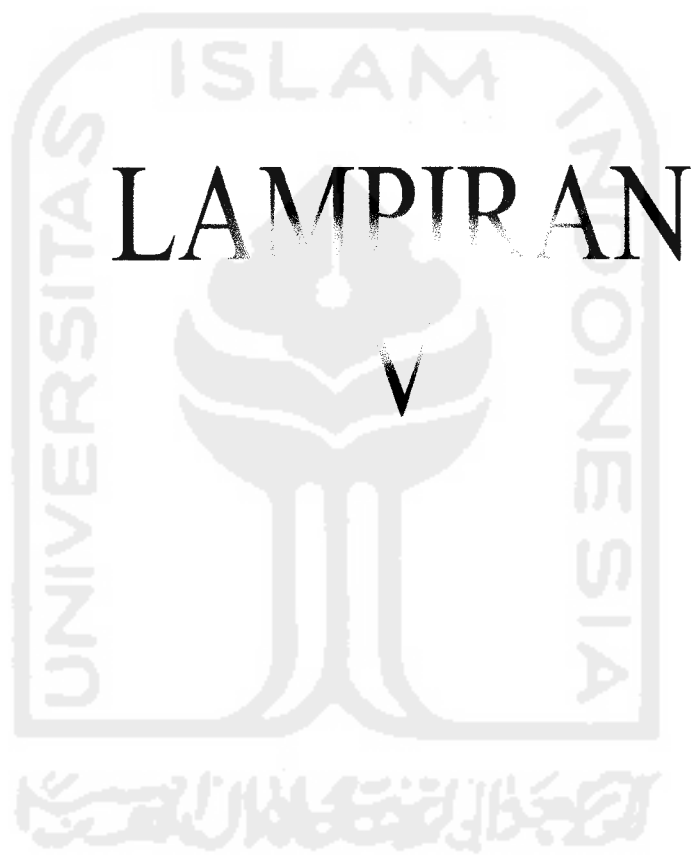
Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: SELISIH

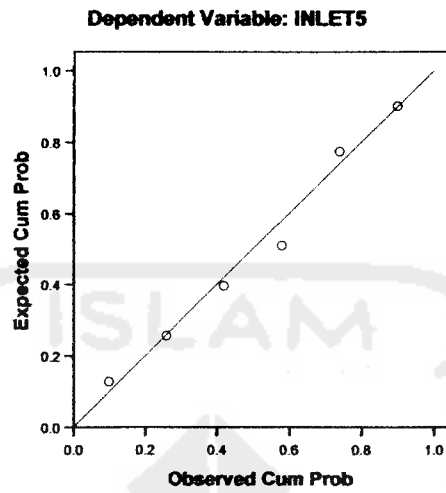
Tukey HSD

(I) WAKTU	(J) WAKTU	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1.00	2.00	-.77333	.44948	.545	-2.2831	.7364
	3.00	-.80933	.44948	.500	-2.3191	.7004
	4.00	-.46233	.44948	.899	-1.9721	1.0474
	5.00	-.11200	.44948	1.000	-1.6218	1.3978
	6.00	-.23933	.44948	.994	-1.7491	1.2704
2.00	1.00	.77333	.44948	.545	-.7364	2.2831
	3.00	-.03600	.44948	1.000	-1.5458	1.4738
	4.00	.31100	.44948	.979	-1.1988	1.8208
	5.00	.66133	.44948	.687	-.8484	2.1711
	6.00	.53400	.44948	.834	-.9758	2.0438
3.00	1.00	.80933	.44948	.500	-.7004	2.3191
	2.00	.03600	.44948	1.000	-1.4738	1.5458
	4.00	.34700	.44948	.967	-1.1628	1.8568
	5.00	.69733	.44948	.641	-.8124	2.2071
	6.00	.57000	.44948	.796	-.9398	2.0798
4.00	1.00	.46233	.44948	.899	-1.0474	1.9721
	2.00	-.31100	.44948	.979	-1.8208	1.1988
	3.00	-.34700	.44948	.967	-1.8568	1.1628
	5.00	.35033	.44948	.966	-1.1594	1.8601
	6.00	.22300	.44948	.995	-1.2868	1.7328
5.00	1.00	.11200	.44948	1.000	-1.3978	1.6218
	2.00	-.66133	.44948	.687	-2.1711	.8484
	3.00	-.69733	.44948	.641	-2.2071	.8124
	4.00	-.35033	.44948	.966	-1.8601	1.1594
	6.00	-.12733	.44948	1.000	-1.6371	1.3824
6.00	1.00	.23933	.44948	.994	-1.2704	1.7491
	2.00	-.53400	.44948	.834	-2.0438	.9758
	3.00	-.57000	.44948	.796	-2.0798	.9398
	4.00	-.22300	.44948	.995	-1.7328	1.2868
	5.00	.12733	.44948	1.000	-1.3824	1.6371



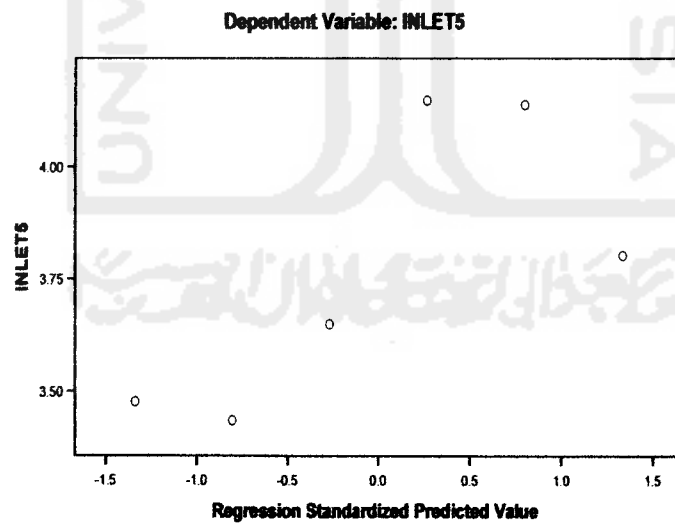
1. Dependent Variable Inlet ammonium (NH_4) pada Membran Keramik 5 % :

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



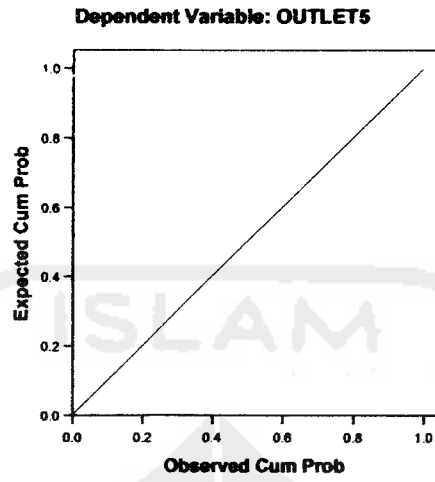
2. Regresi Linier inlet ammonium (NH_4) pada Membran Keramik 5 % :

Scatterplot



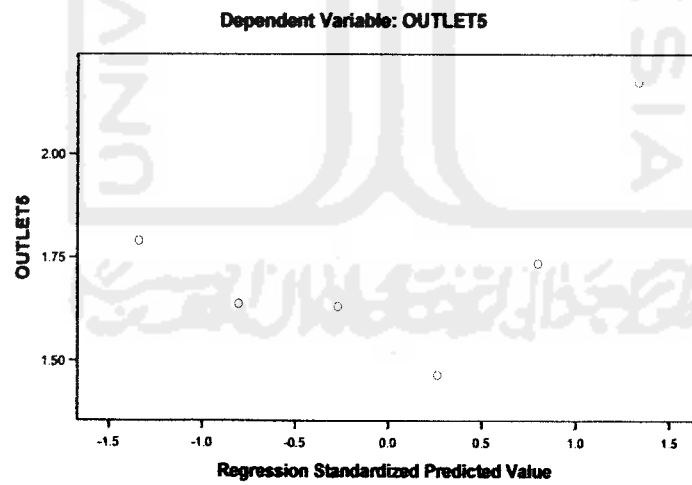
3. Dependent Variable Outlet ammonium (NH_4) pada Membran Keramik 5 % :

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



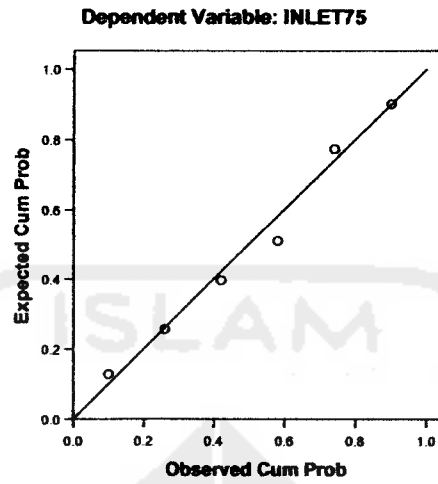
4. Regresi Linier Outlet ammonium (NH_4) pada Membran Keramik 5 % :

Scatterplot



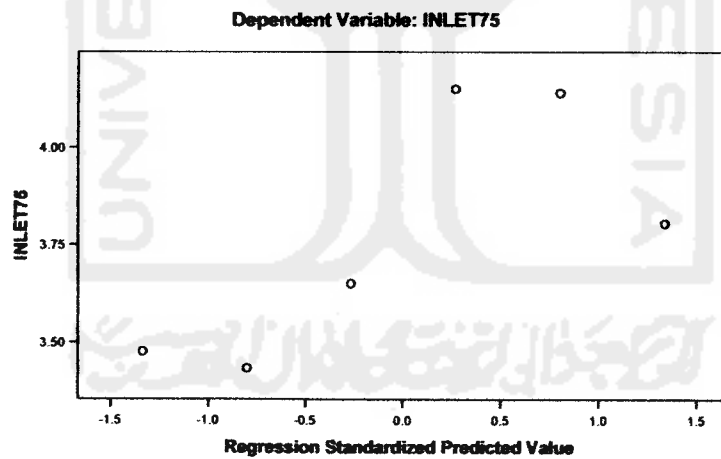
5. Dependent Variable Inlet ammonium (NH_4) pada Membran Keramik 7,5%

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



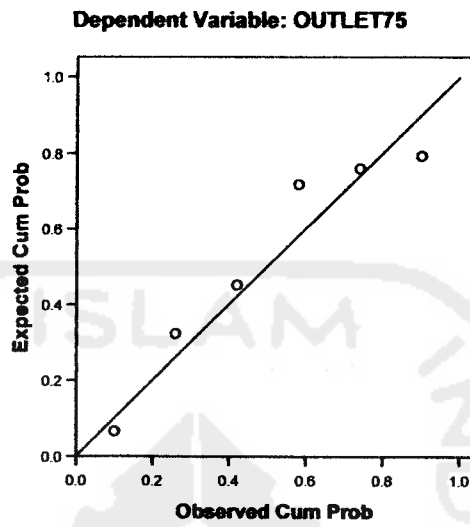
6. Regresi Linier Inlet ammonium (NH_4) pada Membran Keramik 7,5 %

Scatterplot



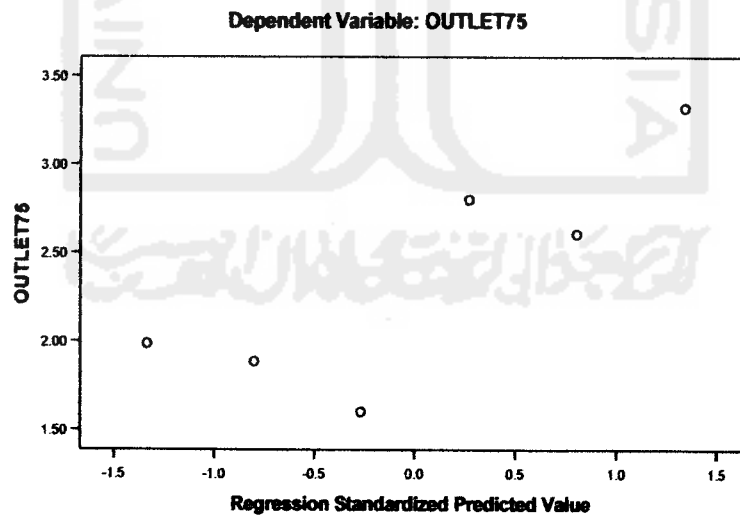
7. Dependent Variable Outlet ammonium (NH_4) pada Membran Keramik 7,5%

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



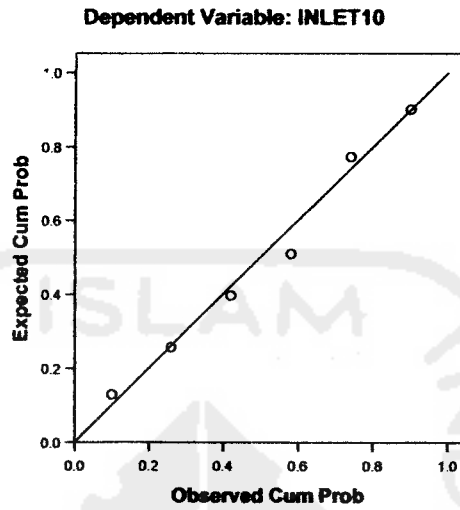
8. Regresi Linier Outlet ammonium (NH_4) pada Membran Keramik 7,5 %

Scatterplot



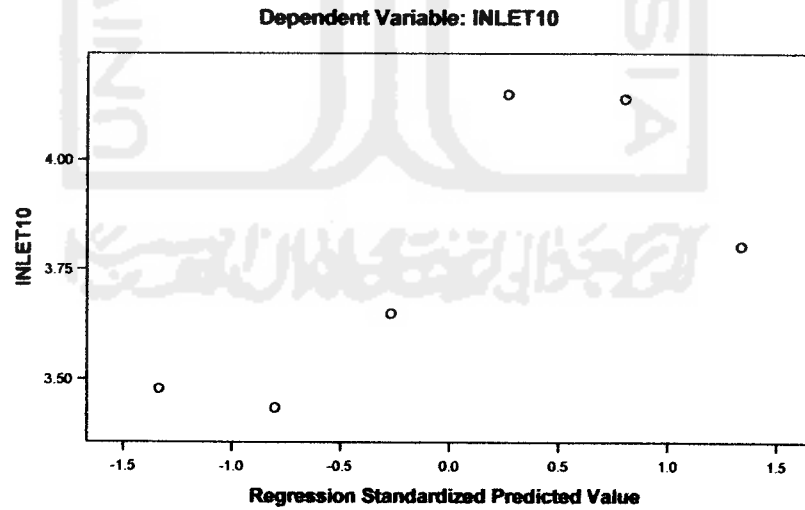
9. Dependent Variable Inlet ammonium (NH_4) pada Membran Keramik 10 %

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



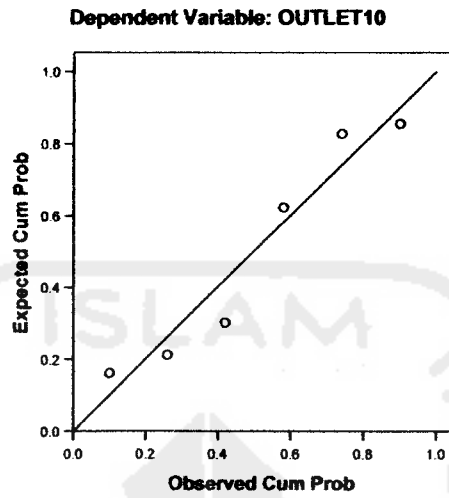
10. Regresi Linier inlet ammonium (NH_4) pada Membran Keramik 10 %

Scatterplot



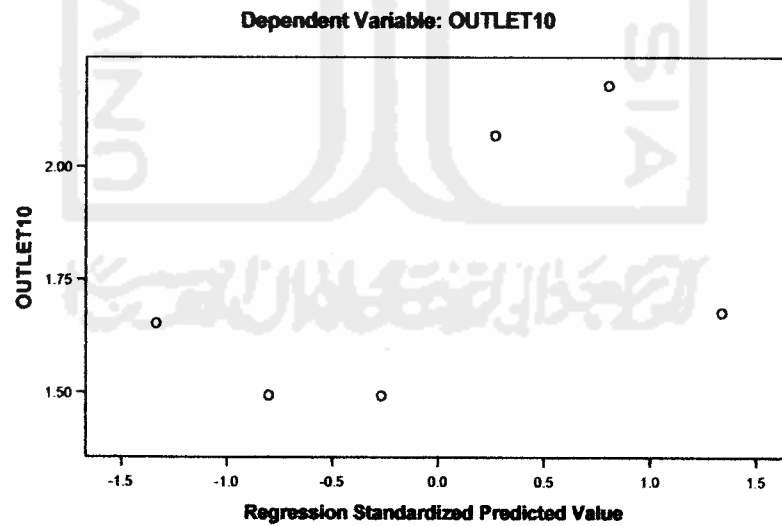
11. Dependent Variable Outlet ammonium (NH_4) pada Membran Keramik 10%

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



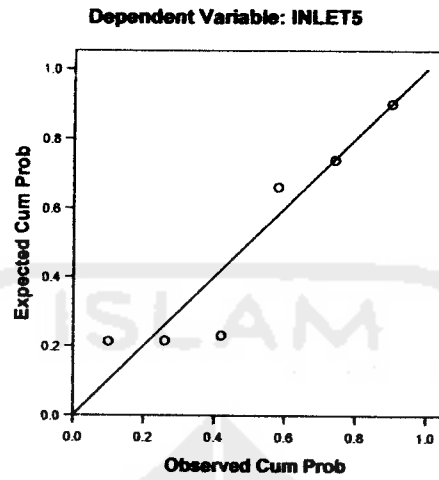
12. Regresi Linier Outlet ammonium (NH_4) pada Membran Keramik 10 %

Scatterplot



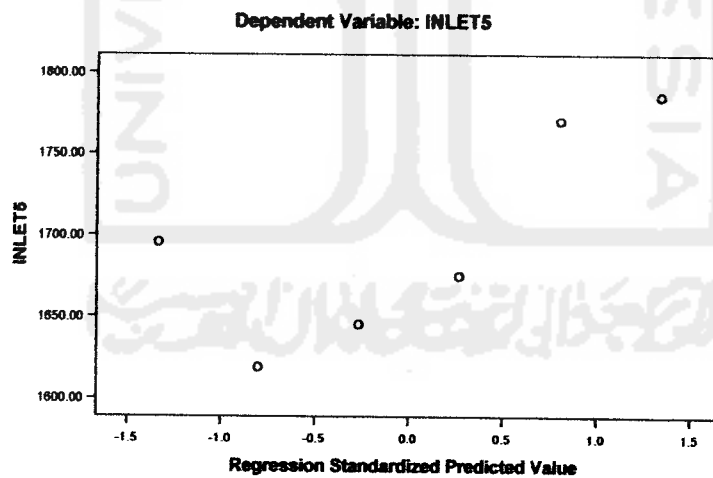
13. Dependent Variable Inlet warna pada Membran Keramik 5 %

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



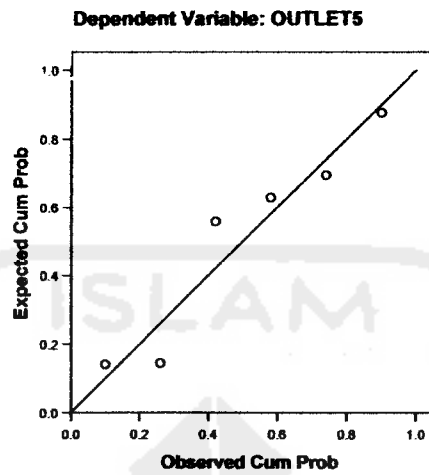
14. Regresi Linier inlet warna pada Membran Keramik 5 %

Scatterplot



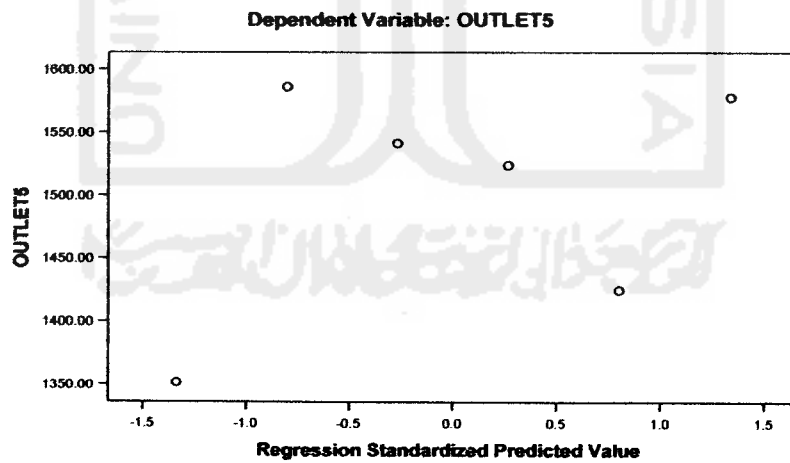
15. Dependent Variable Outlet warna pada Membran Keramik 5 %

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



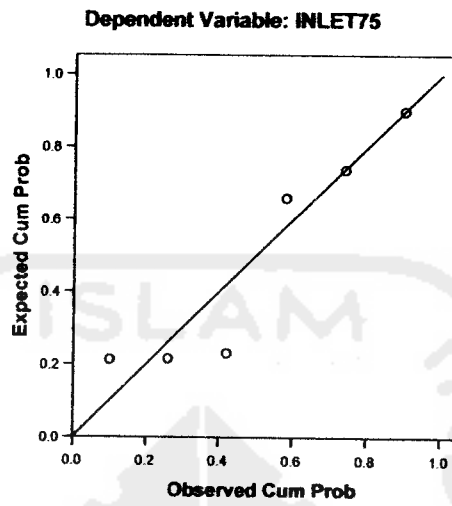
16. Regresi Linier Outlet warna pada Membran Keramik 5 %

Scatterplot



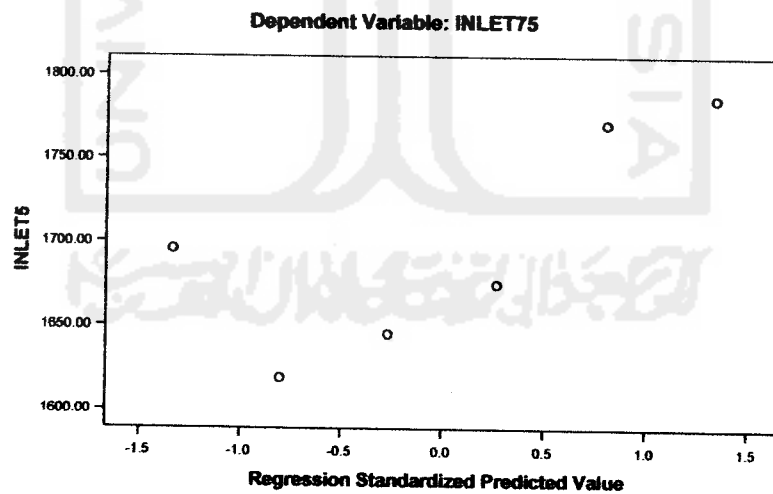
17. Dependent Variable Inlet warna pada Membran Keramik 7,5 %

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



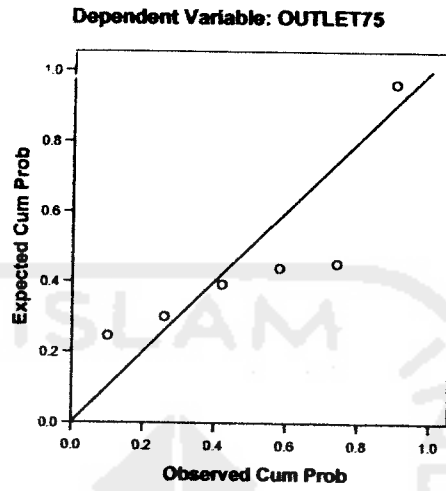
18. Regresi Linier inlet warna pada Membran Keramik 7,5 %

Scatterplot



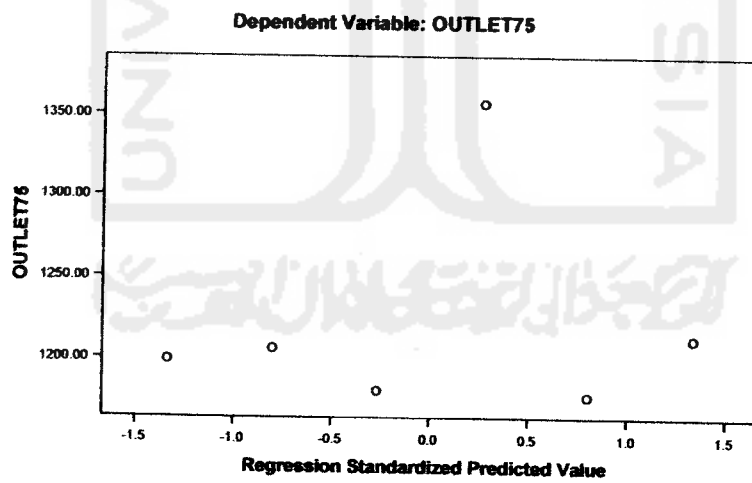
19. Dependent Variable Outlet warna pada Membran Keramik 7,5 %

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



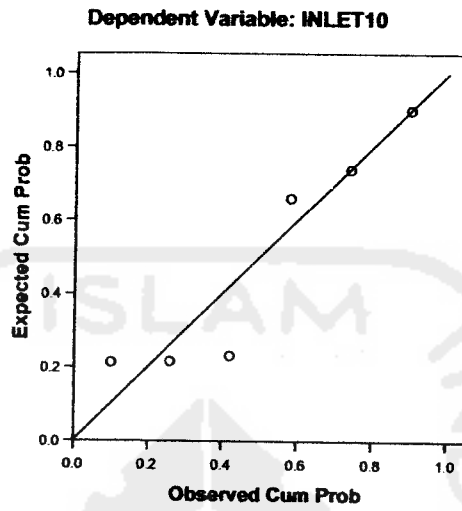
20. Regresi Linier Outlet warna pada Membran Keramik 7,5 %

Scatterplot



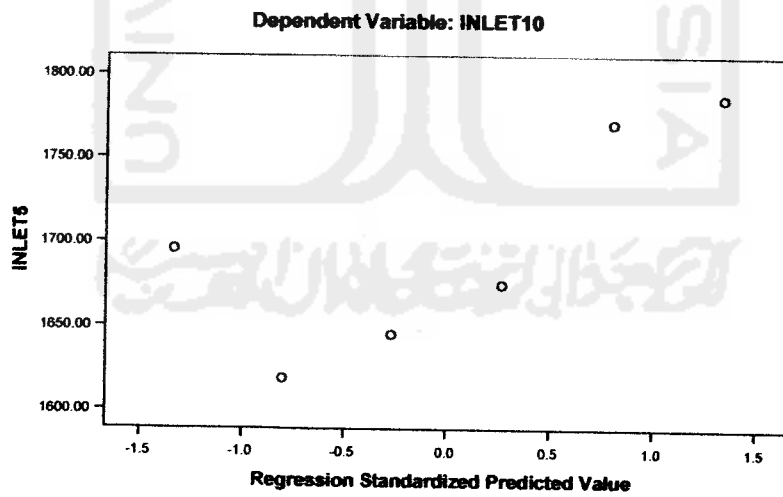
21. Dependent Variable Inlet warna pada Membran Keramik 10 %

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



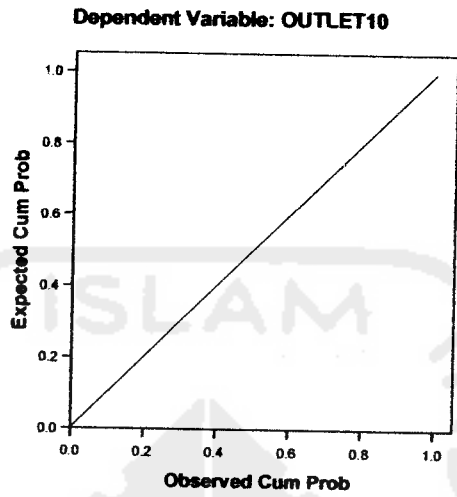
22. Regresi Linier inlet warna pada Membran Keramik 10 %

Scatterplot



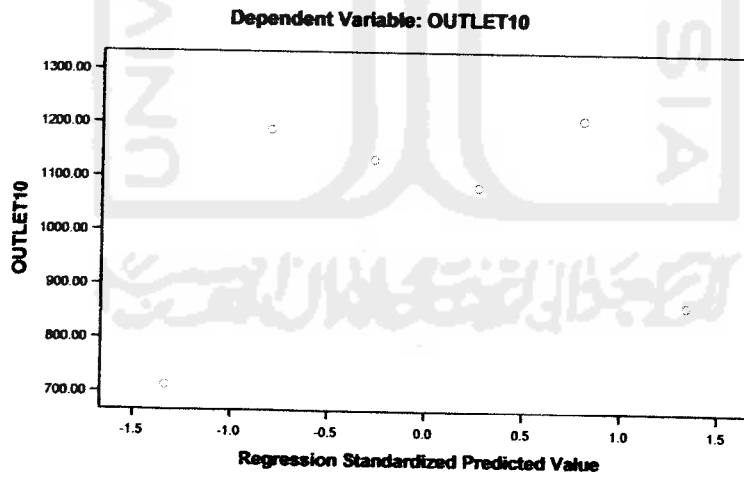
23. Dependent Variable Outlet warna pada Membran Keramik 10 %

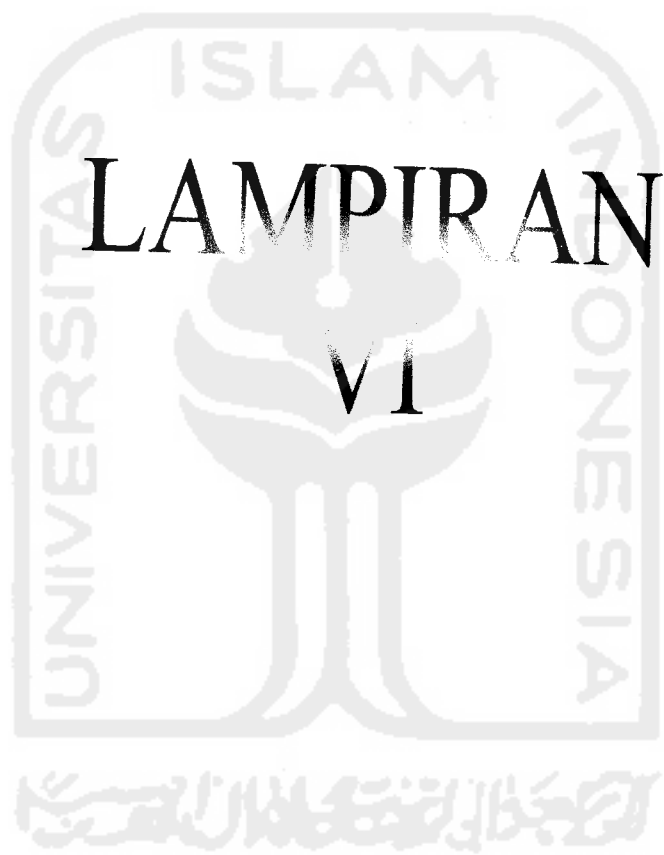
Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



24. Regresi Linier Outlet warna pada Membran Keramik 10 %

Scatterplot

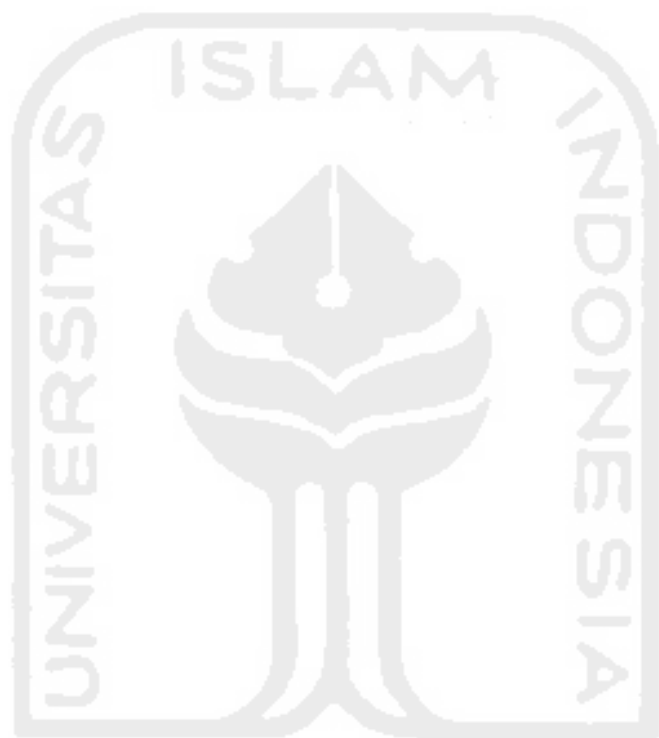




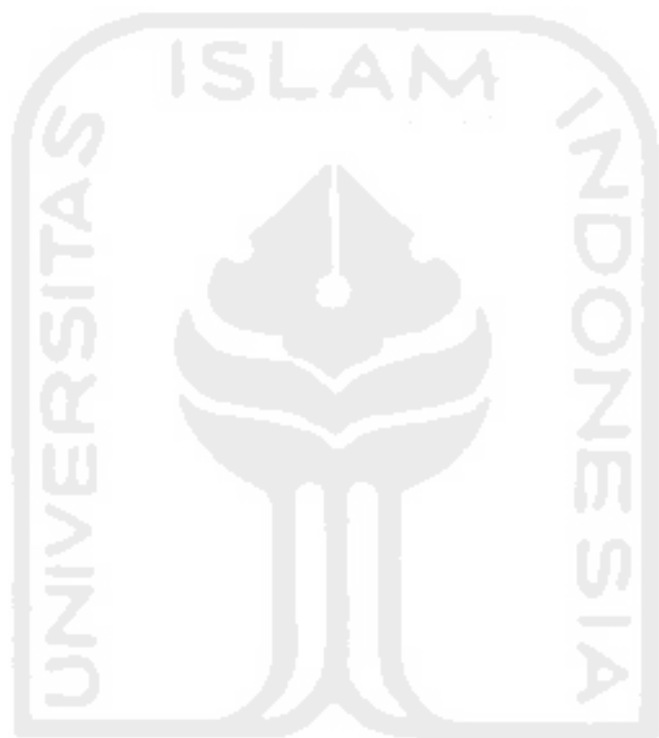
Porositas membran keramik dalam tiap variasi campuran serbuk gergaji :

Membran keramik	Jari-jari (angstrom)	Diameter (μ)
5 % serbuk gergaji	17.520755	35×10^{-4}
7.5 % serbuk gergaji	17.201323	34.4025×10^{-4}
10 % serbuk gergaji	16.945902	33.8918×10^{-4}

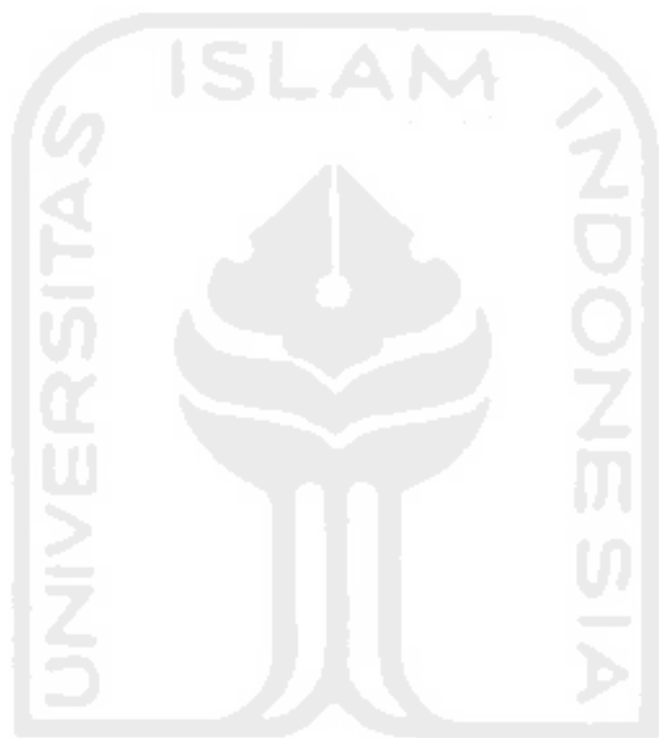




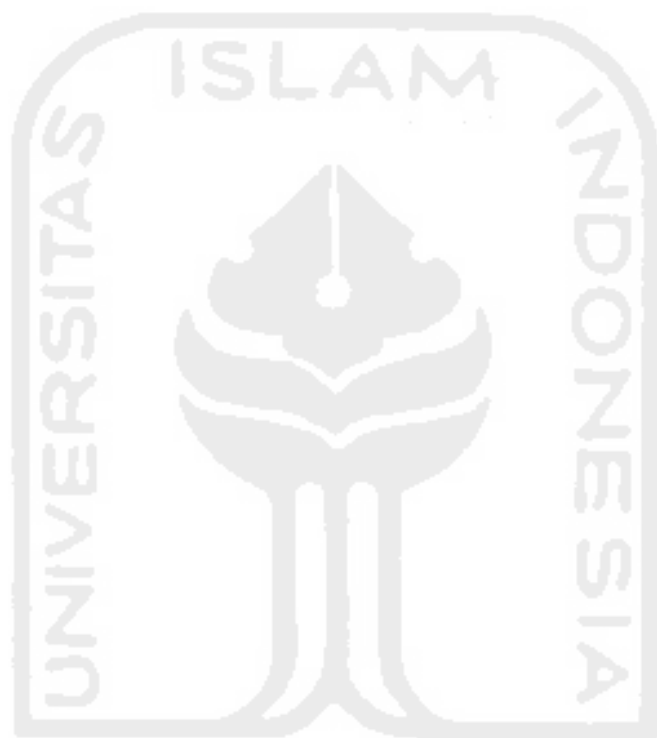
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



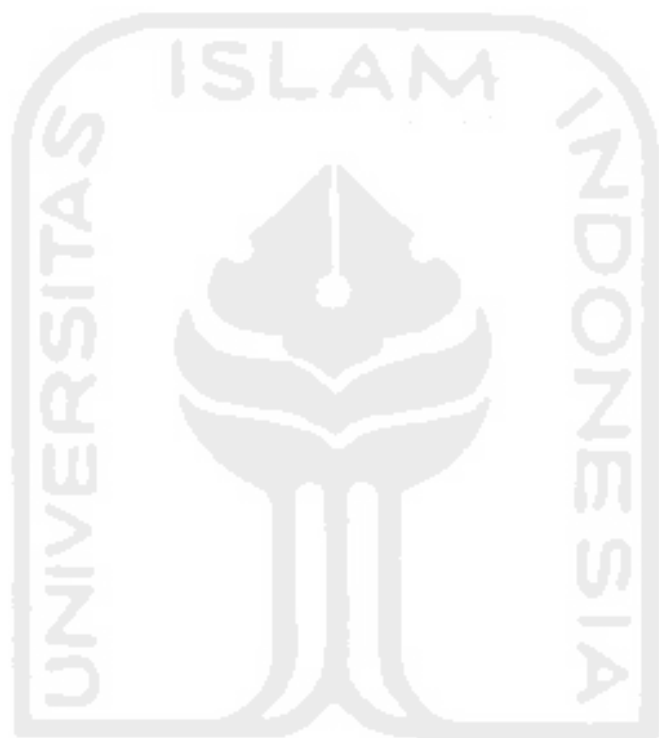
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



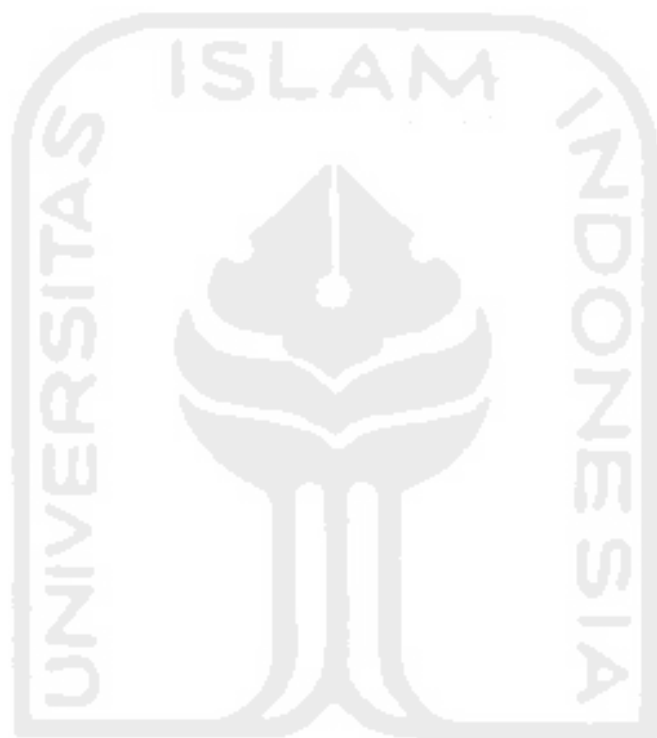
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



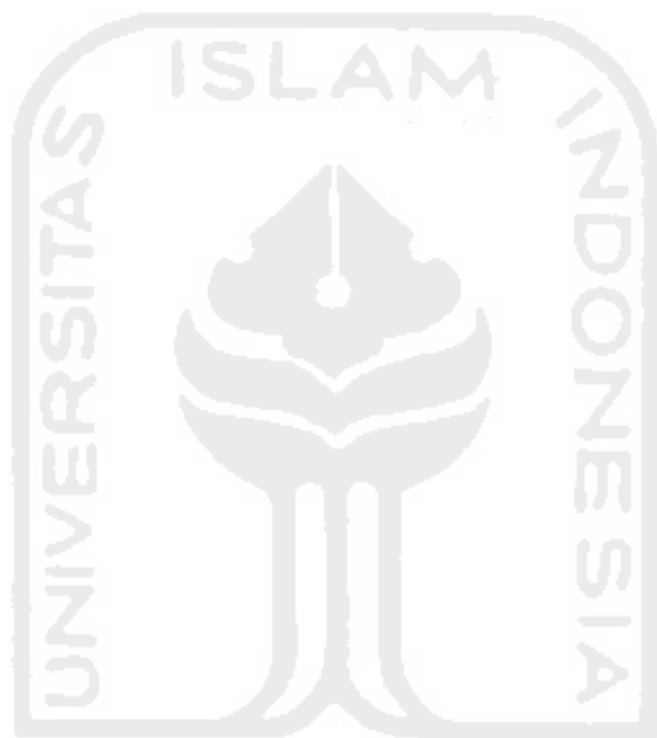
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



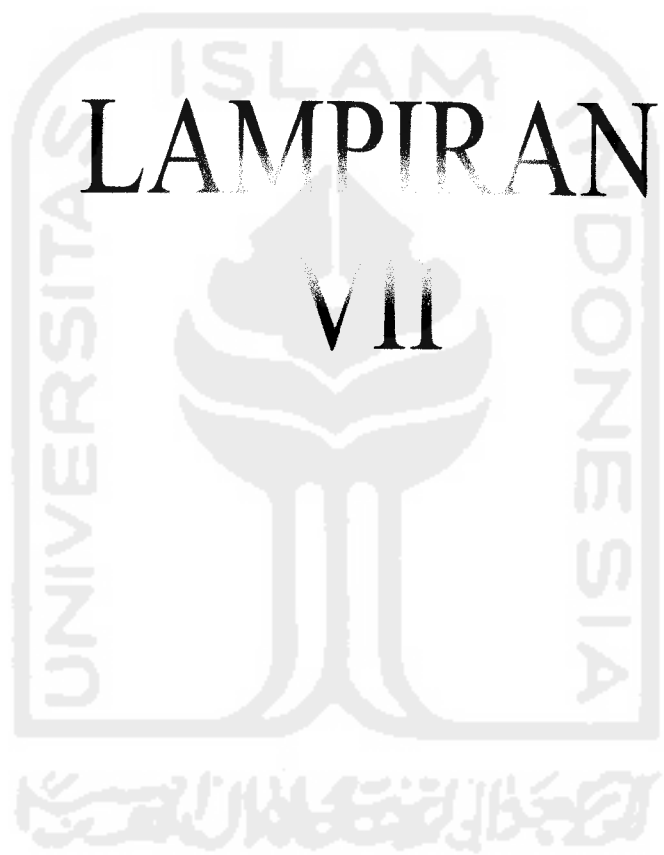
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



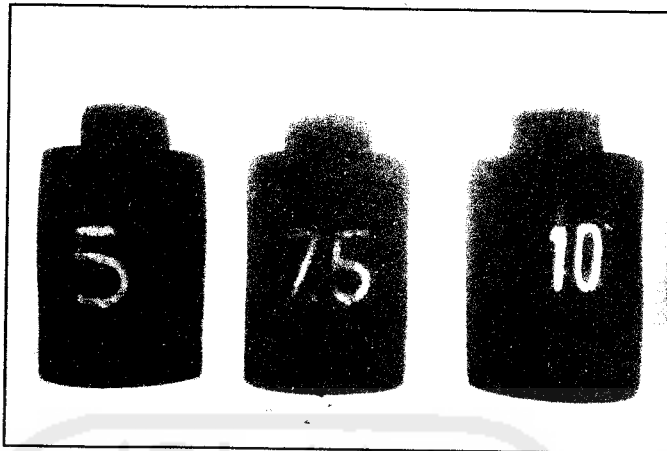
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



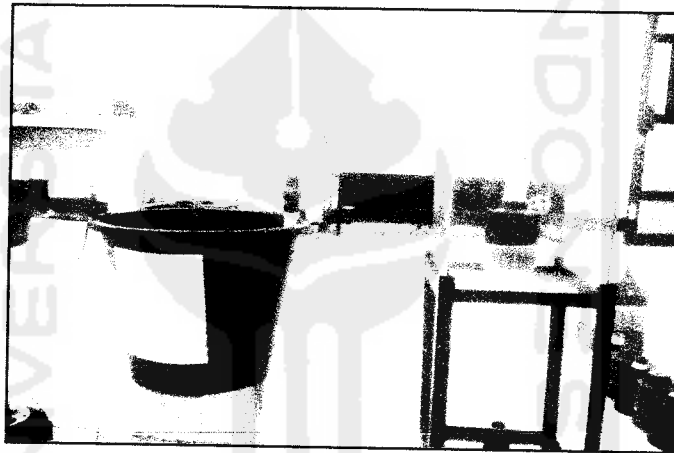
LAMPIRAN

VII

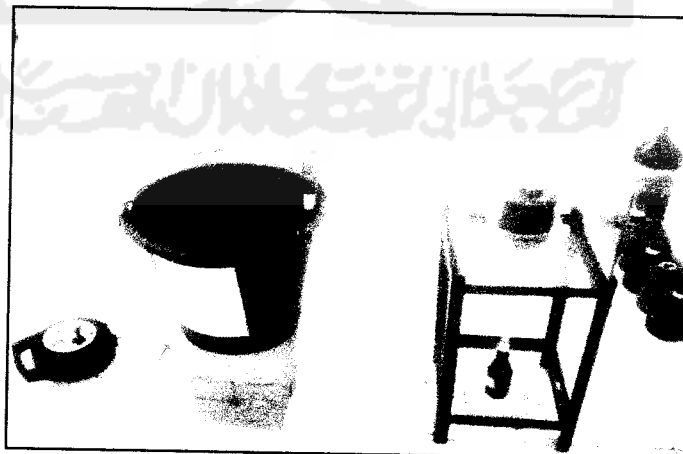
DOKUMENTASI PENELITIAN



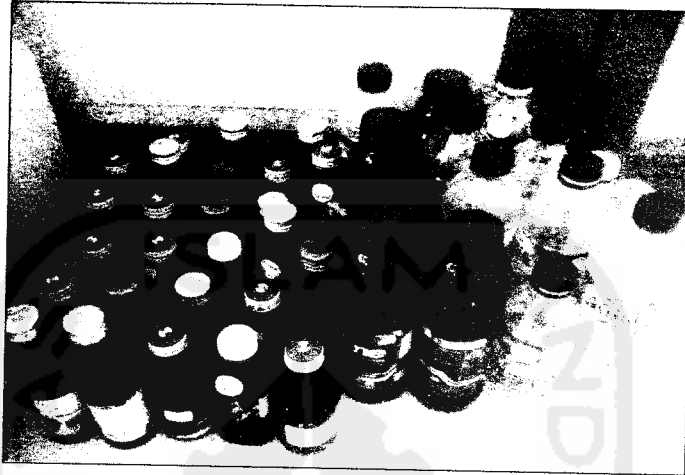
Membran Keramik dengan variasi serbuk gergaji 5%, 7.5%, dan 10%.



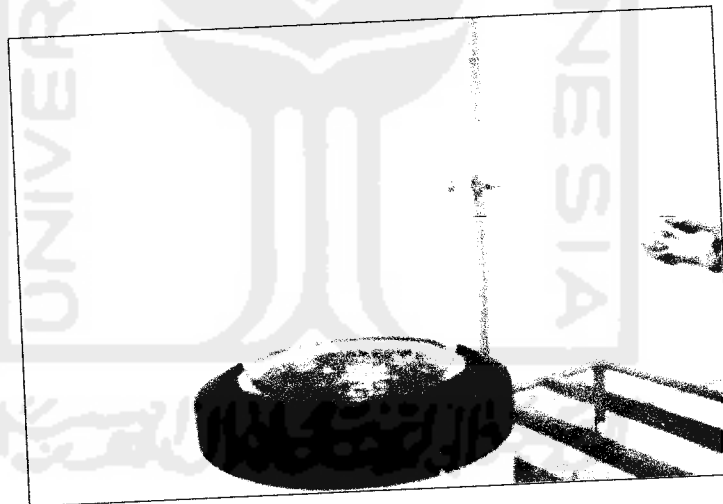
Reaktor Membran Keramik



Pelaksanaan *running* reaktor membrane keramik



Hasil *outlet* membran keramik



Analisa laboratorium untuk ammonium (NH_4) dengan metode Kjeldhal