

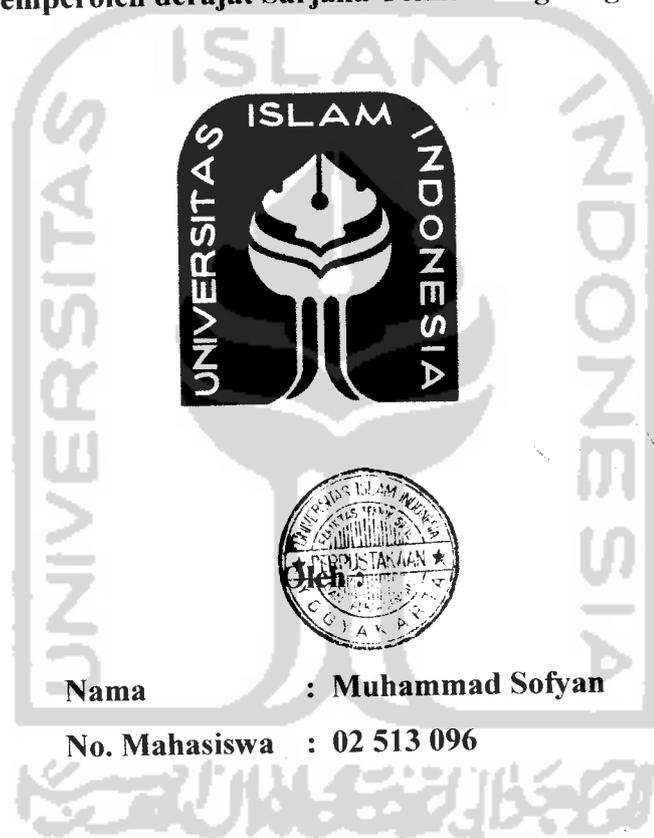
TA/TL/2006/0134

TUGAS AKHIR

PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HADIAH/SELI	
TGL. TERIMA :	9 Mei 2007
NO. JUDUL :	002412
NO. INV. :	5120202412001
NO. INDIK. :	

**PENURUNAN KADAR CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD)
DAN TOTAL DISSOLVED SOLID (TDS) PADA LIMBAH CAIR
PETERNAKAN SAPI DENGAN MENGGUNAKAN
TEKNOLOGI MEMBRAN KERAMIK**

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



Nama : Muhammad Sofyan

No. Mahasiswa : 02 513 096

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

2006

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

LEMBAR PENGESAHAN**PENURUNAN KADAR CHEMICAL OXYGEN DEMAND
(COD) DAN TOTAL DISSOLVED SOLID (TDS) PADA
LIMBAH CAIR PETERNAKAN SAPI DENGAN
MENGUNAKAN TEKNOLOGI MEMBRAN KERAMIK**

Disusun oleh :

NAMA : Moh Sofyan
NIM : 02 513 096
PROGRAM STUDI : Teknik Lingkungan

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

IR. H. KASAM, MT

Dosen Pembimbing I


Tanggal : 7-3-07

EKO SISWOYO, ST

Dosen Pembimbing II


Tanggal : 7-3-2007

MOTTO

" Dan banyak hal kewajiban yang tidak kamu suka justru membawa kebaikan bagimu, dan banyak hal yang kamu suka justru membawa bencana bagimu, Allah Yang Maha Tahu sedang kamu tidak mengetahuinya "

(QS. Al Baqarah : 216)

" Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman dan berilmu pengetahuan beberapa derajat "

(QS. Al Mujaadilah : 11)

Tuntutlah ilmu dan belajarlah untuk ilmu,
ketenangan, dan kehormatan diri, dan bersikaplah rendah hati
kepada orang-orang yang mengajarmu
(HR. Athabrani)

Garis pemisah antara sukses dan gagal terlalu halus sehingga jarang sadar bahwa kita telah melampauinya. Sedemikian halusnya sehingga kita tidak sadar bahwa kita menginjaknya.

(Elbert Hubbard)

" It's nice to be important, but more important to be nice "

(Ebet Kadarusman)



جامعة الإسلام في إندونيسيا

SOFYAN SPECIAL THANKS TO...

The Great Lord Allah SWT

Sang pencipta, pemilik skenario kehidupan bagi semua makhluk-Nya.
Segala nikmat yang diberi adalah bukti kasih sayang-Nya.
Segala puji pada-Nya adalah tanda kesyukuran hamba.
Semoga Engkau ampuni segala dosa dan khilaf hamba-Mu ini.
Tetap dalam iman, taqwa dan istiqomah di jalan-Nya untuk menggapai surga-Mu.
Amin.....

The Messenger Muhammad s.a.w

Sholawat serta salam kita panjatkan kepadanya yang selalu kita nantikan syafaatnya.

Omaku, Om dan Tante-tanteku serta Sepupu-sepupuku yang di
Palu, Luwuk, Donggala, Talaga, Parigi, Toboli, Gorontalo, dan
Jakarta.

Terima kasih atas kasih sayang dan dukungannya yang telah mewarnai masa-masa
liburanku.

Nathania Neila Salvia

Thanks to be my soul mate and your support. Even we are not together again.
I always remember wherever you are..!!

CERAMICS MEMBRAN TEAM '06

Teman seperjuangan Thio, Tia, The __Unk, Lala, Rina __Jasmine, Nchur, Maz
Anton, Heru, Tika, Enny, Mbak Kalfi.

Terima kasih atas semua dukungan, kekompakkan, kekeluargaan, kegilaan serta
kerja sama kalian.

Pak Tasyono dan Mas Iwan

Yang selalu sabar dan meluangkan waktu serta masukan-masukan
dalam rangka penyelesaian tugas akhir ini..

2014/07/18/2017

(Akbar, Yana_Nduth, Ayu_Munkerz, Eno, The Koynierz Family
"DinKoy, iNdUn, Phitut, Yayaq, Ariy, Diah", Acong, Adi, Alan, Insan,
Bany_Kucrut, UnhAY_Kucrut, Rintis_ooN, Baiq_Kucrut, UcRit, Tuti,
Ojix, Nawii, iNdah, Ucok, Putra_KeOng, Wati, Annis, Bom-bom, Arum,
Aulia, Donan, Saly, Nefa, Nelly, Dian, Ria, Maya, Mirna, Koko, Awan,
Boby, Anto, Iwan, Asep, Andi Rais, Arif, Reni, Tangkas, Rizki, Mahput,
Yani, Yudi,

serta teman-teman yang lain yang tidak disebutkan, mohon maaf....Selalu ada
canda dalam kebersamaan, cerita kita selalu indah untuk dikenang, susahnya kita
selalu ringan terasa, itulah kita wahai saudaraku. Selalu akan kukenang indahnya
persaudaraan Kita.

Anak-anak KOST PANDEGA MARTHA CT 1/2 JAKAL KM 5,6 dan
KOST USWATUN HASANAH JAKAL KM 6.
thanks banget atas segala dukungan, kekeluargaan dan kerjasama kalian...!!

K'Mael (Thanks atas bantuan transportasinya..Sorry udah banyak ngerepotin...!!),
Pak Ustadz (Thanks for Manajemen Qolbunya...!!!!, and pinjaman dasi tentunya...
It's very useful for me),

Bhuank, Koro n Aldi (Ayo kuliahnya pada semangat biar cepat selesai...!!),
Imank n Hendro (TA nya diselesaiin tuh...taon depan giliran kalian..chayo bro!!),
Anak-anak Palu di Jogja (K' Qq, K' Itha, K' Nani, K' Tuti, K' Anthy,
K' Adel, K' Alil, Siti, Iim_LaQuena, Ade_LaQuena, Rinto, Joko, Matho,
Huala, Wahid, Ewod, Indah, Meinardo, Amas, Atid, Rahayu, Fandy,
Mando, Rusli, Fhia, serta anak-anak Palu lainnya.."Makasih banyak atas
dukungan Kalian Semua"...)

Mbak Ika (Thanks atas bantuan translate bahasa inggrisnya...),

Mbak Arba (Thanks udah dibuatin jus jeruk waktu KKN...ueeenak tenann...!!!),
Anak-anak *Rhythm_Section Band* (Kapan ngejam bareng lagi ?..).

KOTA NGAYOGYAKARTA HADININGRAT

Untuk makanan, pasar, pariwisata, pusat perbelanjaan dan berbagai kenangan
terindah yang sulit dilupakan....Wish someday i'm gonna come again...!!!

Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu baik secara langsung
maupun tidak langsung ikut membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.
Matur nuwun...!!!!

**PENURUNAN KADAR CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD)
DAN TOTAL DISSOLVED SOLID (TDS) PADA LIMBAH CAIR
PETERNAKAN SAPI DENGAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI
MEMBRAN KERAMIK**

H. Kasam¹⁾, Eko Siswoyo²⁾, Moh Sofyan³⁾

ABSTRAK

Usaha peternakan sapi dengan skala lebih dari 20 ekor dan relatif terlokalisasi akan menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan. Pencemaran ini disebabkan oleh pengolahan limbah yang belum dilakukan dengan baik, tetapi jika dikelola dengan baik, limbah tersebut akan memberikan nilai tambah bagi usaha peternakan dan lingkungan disekitarnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar efisiensi membran keramik dalam mengolah Chemical Oxygen Demand (COD) dan Total Dissolved Solid (TDS) pada limbah peternakan sapi yang dihasilkan dari CV. Lembah Hijau Multifarm (LHM) Solo, Jawa Tengah.

Metode penelitian yang digunakan berdasarkan SNI, dimana COD diukur secara spektrofotometer dan TDS diukur secara gravimetri. Tingginya konsentrasi Chemical Oxygen Demand (COD) dan Total Dissolved Solid (TDS) pada limbah cair peternakan sapi dinilai perlu untuk dibuat suatu pengolahan alternatif yaitu reaktor membran keramik yang terdiri atas komposisi tanah lempung, pasir kuarsa, dan serbuk gergaji. Proses dalam reaktor ini yaitu air dari tempat penampungan limbah akan mengalir keluar melalui pipa dan masuk ke alat penyaringan dan kemudian air akan merembes melalui pori-pori yang berasal dari serbuk gergaji.

Hasil analisa COD dan TDS pada limbah peternakan sapi dengan menggunakan membran keramik menunjukkan bahwa pada membran keramik dengan serbuk gergaji 7,5%, konsentrasi COD mengalami penurunan sampai dengan 100% dari 209,9060 mg/L menjadi 0 mg/L dan konsentrasi TDS mengalami penurunan sampai dengan 53,4979424% dari 243 mg/L menjadi 113 mg/L. Sedangkan pada membran keramik dengan serbuk gergaji 10%, konsentrasi COD mengalami penurunan sampai dengan 78,9549% dari 148,3530 mg/L menjadi 1,8470 mg/L pada menit ke 150 dan konsentrasi TDS mengalami penurunan sampai dengan 56,60377358% dari 530 mg/L menjadi 230 mg/L. Kadar polutan dalam limbah cair tersebut masih berada di bawah baku mutu limbah cair yang diperbolehkan.

Kata kunci : *Usaha peternakan sapi, limbah cair, membran keramik, Chemical Oxygen Demand (COD), Total Dissolved Solid (TDS)*

¹ Staf Pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan - Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

² Staf Pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan - Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

³ Mahasiswa Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan - Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

**THE REDUCING OF CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD)
AND TOTAL DISSOLVED SOLID (TDS) CONCENTRATIONS IN
WASTEWATER OF COW HUSBANDRY BY USING CERAMICS
MEMBRANE TECHNOLOGY**

H. Kasam ¹⁾, Eko Siswoyo ²⁾, Moh Sofyan ³⁾

ABSTRACT

Cow husbandry business with scale more than 20 cattle's and located in same place tends to pollute environment, but better waste management applied will give an additional benefit to the environment. This research aimed to find out how big the efficiency of COD and TDS in wastewater of cow husbandry by using ceramics membrane.

The used of methods depend on SNI. The highest concentrated of COD and TDS needed ceramics membrane reactor as an alternative treatment, which is consists of clay, quartz sand and saw dust composition. The process is water from wastewater reservoir will flow through out pipe, enter to reactor and then will leaked out through the porous.

The COD and TDS analysis result of cow husbandry by using ceramics membrane analyzed showed that ceramics membrane with 7,5% of saw dust, COD concentrated has got reduce until reached 100% from 209,9060 mg/L to 0 mg/L and TDS concentrated has got reduce until reached 53,4979424% from 243 mg/L to 113 mg/L whereas ceramics membrane with 10% of saw dust COD concentrated has got reduce until reached 78,9549% from 148,3530 mg/L to 1,8470 mg/L in 150 minute and TDS concentrated has got reduce until 56,60377358% from 530 mg/L to 230 mg/L. These concentrations were still below the quality standard allowed.

Key words : Cow husbandry business, Wastewater, Ceramics Membrane, Chemical Oxygen Demand (COD), Total Dissolved Solid (TDS)

¹ Staf Pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan - Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

² Staf Pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan - Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

³ Mahasiswa Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan - Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ

Segala puji dan syukur bagi ALLAH SWT sang penggenggam alam semesta, tiada tuhan selain ALLAH SWT hanya kepada-NYA kita patut berserah diri. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurah kepada junjungan dan tauladan kita, Muhammad Rasulullah, dan para sahabatnya.

Alhamdulillah karena karunia dan rahmat dari Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan judul “ ***PENURUNAN KADAR CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD) DAN TOTAL DISSOLVED SOLID (TDS) PADA LIMBAH CAIR PETERNAKAN SAPI DENGAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI MEMBRAN KERAMIK*** ”.

Tugas Akhir ini merupakan puncak dari seluruh kegiatan perkuliahan dalam mendapat predikat Sarjana Strata 1 Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini, penyusun ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

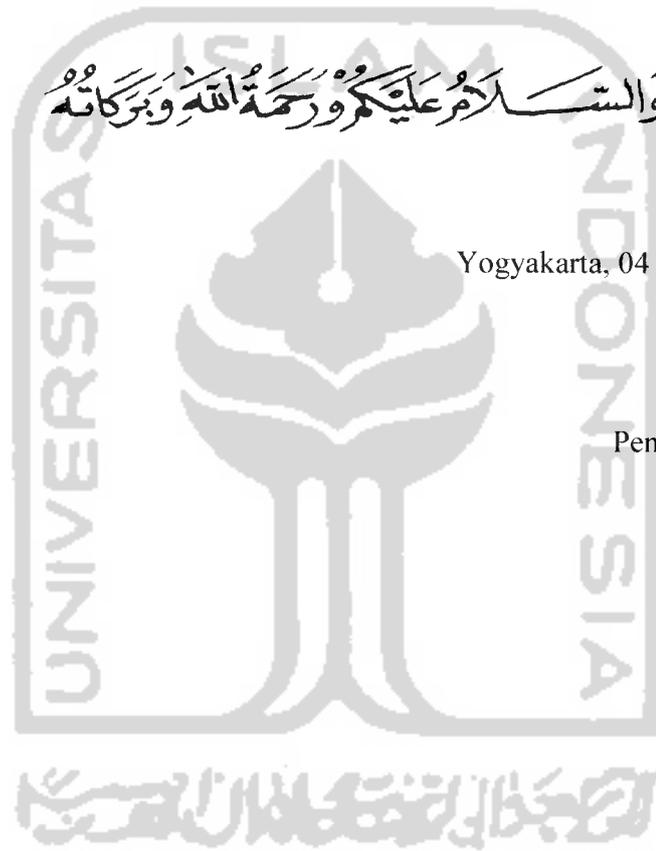
1. Bapak Luqman Hakim, ST. MSi, selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan yang telah memberikan izin dalam penyusunan tugas akhir ini.

2. Bapak Ir. H. Kasam. MT selaku dosen pembimbing I dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Bapak Eko Siswoyo, ST. selaku Dosen Pembimbing II Tugas akhir, dan sekaligus selaku Koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan.
4. Bapak Hudori, ST dan Bapak Andik Yulianto, ST, selaku dosen Jurusan Teknik Lingkungan
5. Mas Agus Administrasi Jurusan Teknik Lingkungan.
6. Ayahanda Syamsuddin Adam dan Ibunda Aminah Papeo S.Sos, MSi hanya dengan cintamu anandakan selalu bertahan demi menatap masa depan. “ini kado kecil buat ayahanda dan ibunda...”
7. Kakakku Maya dan Adikku Idho yang telah memberikan dorongan dan doanya.
8. Bapak Suharto yang telah memberikan kesempatan untuk meneliti limbah peternakan sapi di CV. Lembah Hijau Multifarm (LHM) Solo, Jawa Tengah.
9. Mas Pur yang telah banyak membantu dalam pembuatan reaktor membran keramik
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan, terima kasih atas dukungan dan motivasinya sehingga tugas akhir ini bisa diselesaikan.

Penulis menyadari bahwa sebagai manusia biasa tentu tidak luput dari kesalahan. Apabila terdapat suatu kesalahan itu merupakan suatu kealpaan dari saya dan apabila terdapat kebenaran itu hanya datang dari Allah SWT semata. Oleh karena

itu penulis sangat mengharapkan kritikan dan masukan demi kesempurnaan Laporan Tugas Akhir ini.

Semoga seluruh amal dan kebaikan yang telah diberikan mendapatkan ridho dari Allah SWT. Akhir kata penulis berharap Tugas Akhir ini bermanfaat bagi kita semua. Amin...



Yogyakarta, 04 Nopember 2006

Penulis

DAFTAR ISI

	HALAMAN JUDUL	i
2.	HALAMAN PENGESAHAN	ii
2.	MOTTO	iii
2.	HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
	ABSTRAKSI	v
	KATA PENGANTAR	vii
2.5	DAFTAR ISI	x
	DAFTAR TABEL	xiv
	DAFTAR GAMBAR	xv
	DAFTAR LAMPIRAN	xvi
III ME'		
3.1. I		
3.2. C		
3.3. k	BAB I PENDAHULUAN	
3.4. T	1.1. Latar Belakang Masalah	1
3.5. Pa	1.2. Rumusan Masalah	3
3.6. V	1.3. Tujuan Penelitian	4
3.7. Hi	1.4. Manfaat Penelitian	5
3.8. Re	1.5. Batasan Masalah	5
3.8		
3.8	BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
3.9. An	2. 1. Definisi Limbah Peternakan	7
	2.1.1. Karakteristik Air Limbah	11

3.10. Analisa Data	50
3.10.1. Analisa Data Dengan Menggunakan T-Test	50

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Parameter Chemical Oxygen Demand (COD)	55
4.1.1 Hasil Pengujian Kadar COD Pada Komposisi Serbuk	
Gergaji 5 %	55
4.1.2 Hasil Pengujian Kadar COD Pada Komposisi Serbuk	
Gergaji 7,5 %	55
4.1.3 Analisa Data COD Pada Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 %	
Dengan Metode Uji t	56
4.1.4 Pembahasan COD Pada Komposisi Serbuk Gergaji	
7,5 %	57
4.1.5 Hasil Pengujian Kadar COD Pada Komposisi Serbuk	
Gergaji 10 %	58
4.1.6 Analisa Data COD Pada Komposisi Serbuk Gergaji 10 %	
Dengan Metode Uji t	60
4.1.7 Pembahasan COD Pada Komposisi Serbuk Gergaji 10 %	61
4.2. Parameter Total Dissolved Solid (TDS)	64
4.2.1 Hasil Pengujian Kadar TDS Pada Komposisi Serbuk	
Gergaji 5 %	64
4.2.2 Hasil Pengujian Kadar TDS Pada Komposisi Serbuk	
Gergaji 7,5 % Dan 10 %	64

4.2.3 Analisa Data TDS Pada Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 %	
Dengan Metode Uji t	67
4.2.4 Analisa Data TDS Pada Komposisi Serbuk Gergaji 10 %	
Dengan Metode T-Test	68
4.2.5 Pembahasan TDS	69

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	74
5.2. Saran	75

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

- LAMPIRAN I**
- LAMPIRAN II**
- LAMPIRAN III**
- LAMPIRAN IV**



DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 4.1 Ukuran Pori Pada Membran Keramik	54
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kadar COD Pada Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 %	55
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kadar COD Pada Komposisi Serbuk Gergaji 10 %	59
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kadar TDS Pada Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 %	65
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kadar TDS Pada Komposisi Serbuk Gergaji 10 %	66



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I.

1. SNI 2004-Standar 2 Cara uji kebutuhan oksigen kimiawi (KOK) dengan refluks tertutup secara spektrofotometri.
2. SNI 1991-Standar 2 Metode Pengujian Kualitas Fisik Air SK-SNI M-03-1989-F.

Lampiran II.

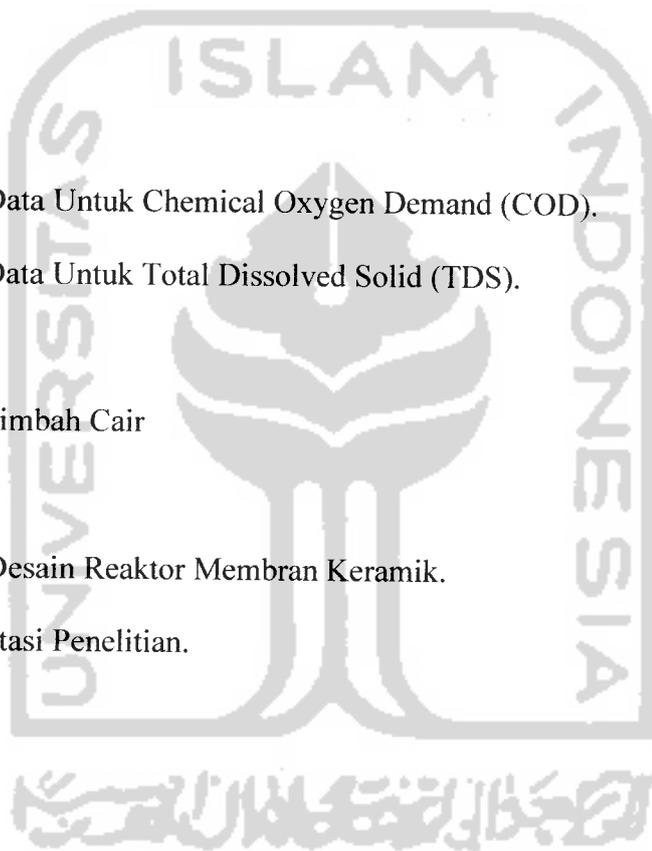
1. Analisa Data Untuk Chemical Oxygen Demand (COD).
2. Analisa Data Untuk Total Dissolved Solid (TDS).

Lampiran III.

Baku Mutu Limbah Cair

Lampiran IV.

1. Gambar Desain Reaktor Membran Keramik.
2. Dokumentasi Penelitian.



2.1.2. Dekomposisi Air Limbah	13
2.1.3. Penanganan Limbah Cair	15
2.1.4. Sumber Air Limbah	17
2. 2. Chemical Oxygen Demand (COD)	18
2. 3. Total Dissolved Solid (TDS)	21
2. 4. Membran Keramik	24
2.4.1. Keramik	28
2.4.2. Bahan Baku Keramik	29
2.4.3. Pembuatan Keramik	39
2. 5. Mekanisme Filtrasi	43

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian	45
3.2. Objek Penelitian	45
3.3. Kerangka Penelitian	45
3.4. Tahapan Penelitian	46
3.5. Parameter Penelitian	47
3.6. Variabel Penelitian	47
3.7. Hipotesa	48
3.8. Reaktor Membran Keramik	48
3.8.1. Desain Reaktor	48
3.8.2. Dimensi Reaktor	49
3.9. Analisa Laboratorium	50

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1 Dampak Umum Manajemen Limbah Ternak	10
Gambar 2.2 Lokasi Pengambilan Air Limbah	18
Gambar 2.3 Skema Zat Padat Total	23
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	46
Gambar 3.2 Reaktor Membran Keramik	49
Gambar 4.1 Grafik Penurunan Konsentrasi COD Pada Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 %	56
Gambar 4.2 Grafik Penurunan Konsentrasi COD Pada Komposisi Serbuk Gergaji 10 %	59
Gambar 4.3 Grafik Penurunan Konsentrasi TDS Pada Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 %	65
Gambar 4.4 Grafik Penurunan Konsentrasi TDS Pada Komposisi Serbuk Gergaji 10 %	66

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah merupakan salah satu penyebab penurunan kualitas lingkungan. Limbah merupakan produk sampingan dari suatu kegiatan yang dilakukan oleh manusia. Pada umumnya limbah akan dapat mengganggu keadaan lingkungan sekitar baik itu berupa gangguan estetika, bau, maupun gangguan terhadap kesehatan manusia sebagai akibat sekunder dari keberadaan limbah tersebut. Limbah dapat berupa dalam bentuk cair, padatan, gas dan lain sebagainya.

Bahan buangan organik pada umumnya berupa limbah yang dapat membusuk atau terdegradasi oleh mikroorganisme. Oleh karena itu akan sangat bijaksana apabila bahan buangan yang termasuk kelompok ini tidak dibuang ke perairan karena akan meningkatkan populasi mikroorganisme di dalam air. Dengan bertambahnya mikroorganisme di dalam air maka tidak tertutup pula kemungkinan untuk ikut berkembangnya bakteri patogen yang berbahaya bagi manusia.

Perkembangan teknologi dan industri merupakan tuntutan zaman yang harus dipenuhi mengingat makin meningkatnya keinginan manusia untuk mendapatkan kenyamanan hidup yang lebih baik. Meningkatnya tingkat kebutuhan tersebut tentunya akan disertai juga dengan makin

meningkatnya produksi limbah akibat dari makin kompleksnya kegiatan yang dilakukan oleh manusia.

Limbah peternakan umumnya meliputi semua kotoran yang dihasilkan dari suatu kegiatan usaha peternakan, baik berupa limbah padat dan cairan, gas, ataupun sisa pakan (*Soehadji, 1992*). Ditambahkan oleh *Soehadji (1992)*, limbah peternakan adalah semua buangan dari usaha peternakan yang bersifat padat, cair dan gas. Limbah padat merupakan semua limbah yang berbentuk padatan atau dalam fase padat (kotoran ternak, ternak yang mati atau isi perut dari pematangan ternak). Limbah cair adalah semua limbah yang berbentuk cairan atau berada dalam fase cair (air seni atau urine, air pencucian alat-alat dan dari pencucian sapi itu sendiri). Sedangkan limbah gas adalah semua limbah yang berbentuk gas atau berada dalam fase gas.

Usaha peternakan sapi, dengan skala lebih besar dari 20 ekor dan relatif terlokalisasi akan menimbulkan masalah terhadap lingkungan. Populasi sapi di Indonesia terus meningkat dan limbah yang dihasilkan pun semakin banyak (*BPS 2001*). Satu ekor sapi dengan bobot badan 400-500 kg dapat menghasilkan limbah padat dan cair sebesar 27,5-30 kg/ekor/hari.

Menurut *Juheini (1999)*, sebanyak 56,67 persen peternak sapi membuang limbah ke badan sungai tanpa pengelolaan, sehingga terjadi pencemaran lingkungan. Pencemaran ini disebabkan oleh aktivitas peternakan, terutama berasal dari limbah yang dikeluarkan oleh ternak

yaitu feses, urine, sisa pakan, dan air sisa pembersihan ternak dan kandang (Charles, 1991; Prasetyo et al., 1993). Adanya pencemaran oleh limbah peternakan sapi sering menimbulkan berbagai protes dari kalangan masyarakat sekitarnya, terutama rasa gatal ketika menggunakan air sungai yang tercemar, disamping bau yang sangat menyengat.

Pengelolaan limbah yang kurang baik akan menjadi masalah serius pada usaha peternakan sapi. Sebaliknya apabila limbah ini dikelola dengan baik dapat memberikan nilai tambah.

Dari permasalahan diatas, perlu adanya penyediaan teknologi untuk mengatasi limbah yang dihasilkan oleh peternakan sapi terutama limbah cair. Pada penelitian ini teknologi yang coba diangkat oleh penulis adalah *Teknologi Membran Keramik*. Teknologi yang terdiri atas komposisi tanah lempung, pasir kuarsa, dan serbuk gergaji dapat digunakan sebagai alternatif dalam pengolahan limbah cair.

Dengan teknologi ini diharapkan ada penurunan dari konsentrasi limbah cair peternakan sapi terutama kadar Chemical Oxygen Demand (COD) dan Total Dissolved Solid (TDS).

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 Chemical Oxygen Demand (COD) dan Total Dissolved

Solid (TDS) yang terkandung dalam limbah cair peternakan sapi dan berapa besar efisiensi yang diperoleh.

- b) Komposisi mana yang paling efektif dalam menurunkan konsentrasi Chemical Oxygen Demand (COD) dan Total Dissolved Solid (TDS).
- c) Berapa waktu efektif yang dipakai didalam menurunkan konsentrasi Chemical Oxygen Demand (COD) dan Total Dissolved Solid (TDS).

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang akan dilakukan adalah:

- a) Untuk mengetahui efisiensi penurunan konsentrasi Chemical Oxygen Demand (COD) dan Total Dissolved Solid (TDS) pada limbah cair peternakan dengan menggunakan reaktor membran keramik.
- b) Untuk mengetahui komposisi membran keramik yang paling efektif didalam menurunkan konsentrasi Chemical Oxygen Demand (COD) dan Total Dissolved Solid (TDS).
- c) Untuk mendapatkan waktu yang efektif didalam penurunan terhadap konsentrasi Chemical Oxygen Demand (COD) dan Total Dissolved Solid (TDS).

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian yang dilakukan diharapkan dapat memberikan manfaat, antara lain :

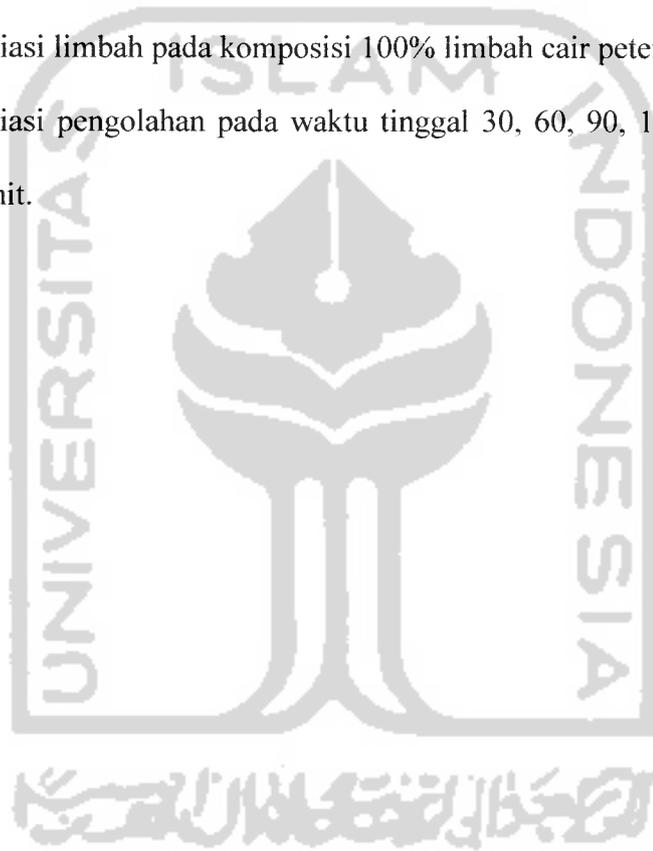
- a) Mendapatkan suatu teknologi yang murah dan sederhana yang dapat menurunkan konsentrasi Chemical Oxygen Demand (COD) dan Total Dissolved Solid (TDS) dalam limbah cair peternakan.
- b) Sebagai salah satu alternatif pengolahan limbah cair khususnya limbah cair peternakan.
- c) Sebagai referensi dan bahan kajian bagi peneliti berikutnya untuk mengembangkan hasil yang diperoleh dari penelitian ini dan mencoba berbagai variasi sehingga akan diperoleh data yang lebih lengkap tentang kemampuan membran keramik dalam menurunkan konsentrasi Chemical Oxygen Demand (COD) dan Total Dissolved Solid (TDS).

1.5 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 :

- a) Metode yang digunakan adalah metode filtrasi dengan menggunakan reaktor membran keramik, dengan komposisi reaktor adalah tanah lempung, pasir kuarsa dan serbuk gergaji.
- b) Jenis tanah lempung yang digunakan adalah tanah lempung dengan bakaran suhu rendah.

- c) Sumber limbah yang akan diuji berasal dari limbah cair peternakan sapi CV. Lembah Hijau Multifarm (LHM) Solo, Jawa Tengah.
- d) Parameter yang diukur adalah Chemical Oxygen Demand (COD) dan Total Dissolved Solid (TDS).
- e) Variasi pengolahan terdapat pada komposisi serbuk gergaji yaitu 5%, 7,5%, dan 10%.
- f) Variasi limbah pada komposisi 100% limbah cair peternakan sapi.
- g) Variasi pengolahan pada waktu tinggal 30, 60, 90, 120, 150 dan 180 menit.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Limbah Peternakan

Limah peternakan adalah sisa buangan dari suatu kegiatan usaha peternakan seperti usaha pemeliharaan ternak, rumah potong hewan, pengolahan produk ternak, dll. Limbah tersebut meliputi limbah padat dan limbah cair seperti feses, urine, sisa makanan, embrio, kulit telur, lemak, darah, bulu, kuku, tulang, tanduk, isi rumen, dll (*Sihombing, 2000*). Semakin berkembangnya usaha peternakan, limbah yang dihasilkan semakin meningkat.

Total limbah yang dihasilkan peternakan tergantung dari spesies ternak, besar usaha, tipe usaha dan lantai kandang. *Manure* yang terdiri dari feses dan urine merupakan limbah ternak yang terbanyak dihasilkan dan sebagian besar manure dihasilkan oleh ternak seperti sapi, kerbau kambing, dan domba. Umumnya setiap kilogram susu yang dihasilkan ternak perah menghasilkan 2 kg limbah padat (feses), dan setiap kilogram daging sapi menghasilkan 25 kg feses (*Sihombing, 2000*).

Selain menghasilkan feses dan urine, dari proses pencernaan ternak menghasilkan gas metan (CH_4) yang cukup tinggi. Gas metan ini adalah salah satu gas yang bertanggung jawab terhadap pemanasan global dan merusakkan ozon, dengan laju 1 % per tahun dan terus meningkat (*Suryahadi dkk., 2002*). Pada peternakan di Amerika Serikat, limbah

dalam bentuk feses yang dihasilkan tidak kurang dari 1,7 milyar ton per tahun, atau 100 juta ton feces dihasilkan dari 25 juta ekor sapi yang digemukkan per tahun dan seekor sapi dengan berat 454 kg menghasilkan kurang lebih 30 kg feses dan urine per hari (Dyer, 1986). Sedangkan menurut Crutzen (1986), kontribusi emisi metan dari peternakan mencapai 20–35 % dari total emisi yang dilepaskan ke atmosfer. Di Indonesia, emisi metan per unit pakan atau laju konversi metan lebih besar karena kualitas hijauan pakan yang diberikan rendah. Semakin tinggi jumlah pemberian pakan kualitas rendah, semakin tinggi produksi metan (Suryahadi dkk., 2002).

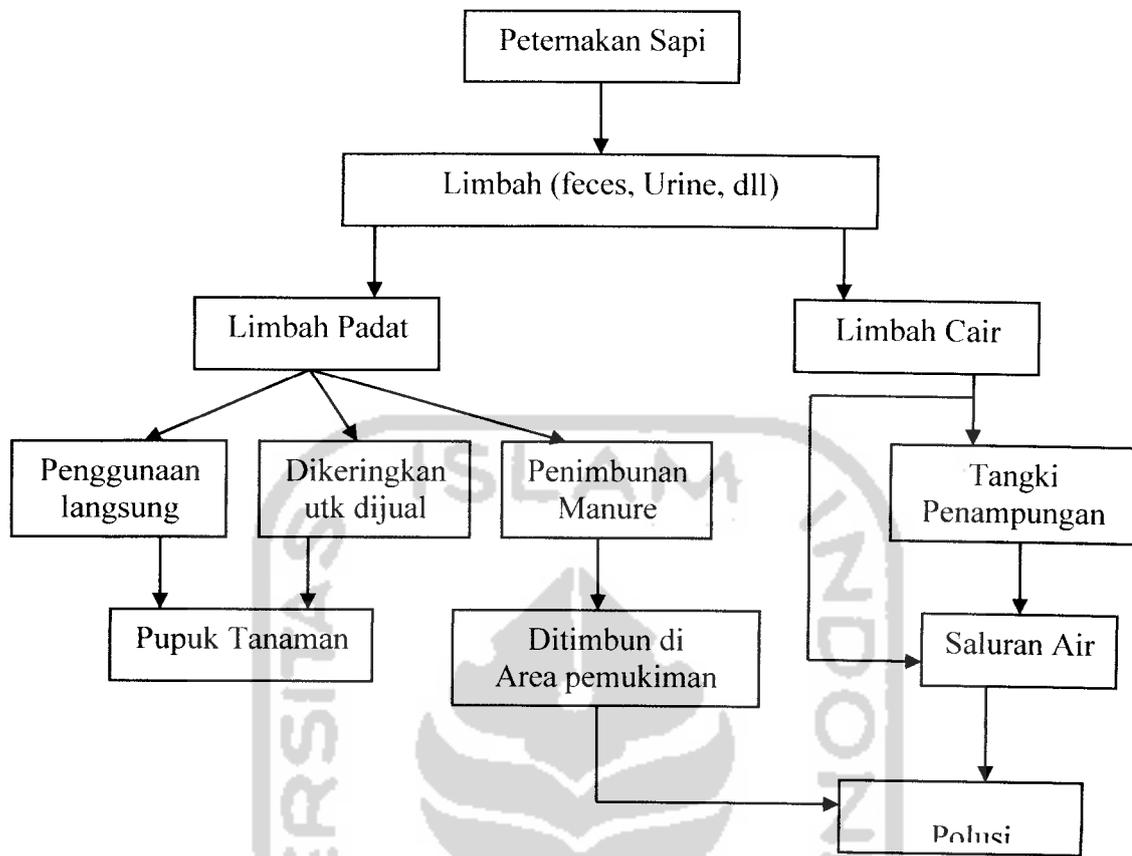
Limbah ternak masih mengandung nutrisi atau zat padat yang potensial untuk mendorong kehidupan jasad renik yang dapat menimbulkan pencemaran. Suatu studi mengenai pencemaran air oleh limbah peternakan melaporkan bahwa total sapi dengan berat badannya 5000 kg selama satu hari, produksi manurenya dapat mencemari $9.084 \times 10^7 \text{ m}^3$ air. Selain melalui air, limbah peternakan sering mencemari lingkungan secara biologis yaitu sebagai media untuk berkembang biaknya lalat. Kandungan air manure antara 27-86 % merupakan media yang paling baik untuk pertumbuhan dan perkembangan larva lalat, sementara kandungan air manure 65-85 % merupakan media yang optimal untuk bertelur lalat (Dyer, 1986).

Kehadiran limbah ternak dalam keadaan keringpun dapat menimbulkan pencemaran yaitu dengan menimbulkan debu. Pencemaran

udara di lingkungan penggembukan sapi yang paling hebat ialah sekitar pukul 18.00, kandungan debu pada saat tersebut lebih dari 6000 mg/m^3 , jadi sudah melewati ambang batas yang dapat ditolelir untuk kesegaran udara di lingkungan (3000 mg/m^3) (Lingaiah dan Rajasekaran, 1986).

Salah satu akibat dari pencemaran air oleh limbah ternak sapi ialah meningkatnya kadar nitrogen. Senyawa nitrogen sebagai polutan mempunyai efek polusi yang spesifik, dimana kehadirannya dapat menimbulkan konsekuensi penurunan kualitas perairan sebagai akibat terjadinya proses *eutrofikasi*, penurunan konsentrasi oksigen terlarut sebagai hasil proses nitrifikasi yang terjadi di dalam air yang dapat mengakibatkan terganggunya kehidupan biota air (Farida, 1978).

Dampak limbah ternak memerlukan penanganan yang serius. Skema berikut ini (Gambar 2.1) memberi gambaran akibat yang ditimbulkan oleh limbah secara umum dan manajemennya (Chantalakhana dan Skunmun, 2002).



Gambar 2.1. Dampak Umum dan Manajemen Limbah Ternak

Dengan bertambahnya mikroorganisme di dalam air maka tidak tertutup pula kemungkinan untuk ikut berkembangnya bakteri patogen yang berbahaya bagi manusia. Oleh karena itu, kegiatan pembangunan peternakan perlu memperhatikan daya dukung lingkungan. Usaha peternakan sapi dengan skala usaha lebih dari 20 ekor relatif terlokalisasi akan menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan, antara lain dapat meningkatkan kandungan Chemical Oxygen Demand (COD) dan Total Dissolved Solid (TDS).

2.1.1 Karakteristik Air Limbah Peternakan

Karakteristik air limbah peternakan dapat digolongkan dalam sifat fisik, kimia dan biologi.

1. Karakteristik fisik

Parameter yang tergolong karakteristik fisik, yaitu :

a. Zat padat (solid)

Penyebab adanya zat padat dalam air biasanya benda organik dan anorganik yang terlarut maupun tidak terlarut dalam air limbah. Pengaruh yang dapat ditimbulkan oleh adanya zat padat dalam air limbah adalah jumlah organik padat, garam juga merupakan petunjuk pencemaran atau kepekatan limbah meningkat.

Limbah cair peternakan juga mengandung zat padat. Berdasarkan ukuran partikel, zat padat dibedakan dalam padatan terlarut, koloid dan suspensi.

b. Bau

Bau berasal dari bahan volatil, gas terlarut dan pembusukan bahan organik.

2. Karakteristik kimia

Senyawa organik maupun anorganik yang banyak terdapat dalam limbah cair peternakan berupa karbohidrat, protein, lemak, zat organik

Parameter-parameter kimia dinyatakan dalam indikasi sebagai berikut :

c. pH

pH merupakan parameter penting untuk kehidupan biota air, tanaman dan industri. Limbah cair dikatakan bersifat asam apabila $\text{pH} < 7$ dan alkalis atau basa apabila $\text{pH} > 7$.

d. Amoniak (NH_3)

Amoniak (NH_3) merupakan senyawa nitrogen yang menjadi *Ammonium* (NH_4^+) pada pH rendah. *Amoniak* dalam air permukaan berasal dari air seni dan tinja juga dari oksidasi zat organik ($\text{H}_a\text{O}_b\text{C}_c\text{N}_d$) secara mikrobiologis, yang berasal dari air alam atau air buangan industri dan penduduk.

3. Karakteristik Biologi

Pencemaran biologi oleh mikrobia penyebab penyakit (patogen) biasanya dinyatakan dengan perkiraan jumlah terdekat (MPN) bakteri bentuk Coli. Kelompok bakteri bentuk Coli sebagai indikator mikrobia patogen dikarenakan bahwa bakteri ini berasal dari usus dan mempunyai ketahanan hidup di dalam air yang cukup lama.

2.1.2 Dekomposisi Air Limbah

(Sugiarto, 1987) menjelaskan, air limbah yang dibuang ke alam (baik tanah maupun badan air) akan mengalami proses dekomposisi secara alami yang dilakukan oleh mikroorganisme baik organik yang terdapat dalam air limbah dapat menjadi bahan yang stabil dan diterima oleh lingkungan. Namun alam memiliki keterbatasan dalam melakukan proses

tersebut apabila jumlah limbah yang dibuang melebihi kemampuannya (daya dukungnya).

Proses dekomposisi air limbah seperti diuraikan di atas dapat diuraikan sebagai berikut :

1) Secara Anaerobik

Bahan organik terlarut akan dirombak/diuraikan/dibusukkan oleh bakteri Anaerob (yang dapat hidup tanpa adanya O_2 = oksigen) menjadi senyawa organik sederhana seperti :

- Karbon dioksida (CO_2)
- Metan (CH_4)
- Hidrogen Sulfida (H_2S)
- Amonia (NH_3) dan Gas-gas bau

Dalam proses ini air limbah menjadi keruh, kotor, berbau busuk, serta terjadi pengendapan lumpur cukup besar. Proses perombakannya berjalan dalam waktu yang cukup lama.

2) Secara Aerobik

Bahan organik terlarut akan dirombak/diuraikan/dibusukkan oleh bakteri Aerob (hidupnya memerlukan O_2) dan Fakultatif menjadi energi, gas, bakteri baru dan bahan buangan akhir yang stabil seperti :

- Karbon dioksida (CO_2)
- Nitrat (NO_3)
- Sulfat (SO_4)
- Senyawa organik stabil

Proses perombakan/penguraian/pembusukkan biologis dilakukan oleh bakteri aerob dengan menggunakan/memanfaatkan O_2 yang terlarut dalam air limbah untuk mengoksidasi bahan organik terlarut sampai semuanya terurai secara lengkap.

Agar proses pembusukkan biologis dapat berjalan dengan baik maka diperlukan O_2 yang terlarut dalam air limbah dalam jumlah cukup besar.

2.1.3 Penanganan Limbah Cair Peternakan Sapi

Penanganan limbah cair dapat diolah secara fisik, kimia dan biologi. Pengolahan secara fisik disebut juga pengolahan primer (*primer treatment*). Proses ini merupakan proses termurah dan termudah, karena tidak memerlukan biaya operasi yang tinggi. Metode ini hanya digunakan untuk memisahkan partikel-partikel padat di dalam limbah. Beberapa kegiatan yang termasuk dalam pengolahan secara fisik antara lain : floatasi, sedimentasi, dan filtrasi.

Pengolahan secara kimia disebut juga pengolahan sekunder (*secondary treatment*) yang biasanya relatif lebih mahal dibandingkan dengan proses pengolahan secara fisik. Metode ini umumnya digunakan untuk mengendapkan bahan-bahan berbahaya yang terlarut dalam limbah cair menjadi padat. Pengolahan dengan cara ini meliputi proses-proses netralisasi, flokulasi, koagulasi, dan ekstraksi.

Pengolahan secara biologi merupakan tahap akhir dari pengolahan sekunder bahan-bahan organik yang terkandung di dalam limbah cair. Limbah yang hanya mengandung bahan organik saja dan tidak mengandung bahan kimia yang berbahaya, dapat langsung digunakan atau didahului dengan pengolahan secara fisik (Sugiharto, 1987).

Beberapa cara penanganan limbah ternak sudah diterapkan (Chung, 1988) di antaranya :

1. *Solid Liquid Separator.*

Pada cara ini penurunan BOD dan SS masing-masing sebesar 15-30% dan 40-60%. Limbah padat setelah separasi masih memiliki kandungan air 70-80%. Normalnya, kompos mempunyai kandungan uap air yang kurang dari 65%, sehingga jerami atau sekam padi dapat ditambahkan. Setelah 40-60 hari, kompos telah terfermentasi dan lebih stabil.

2. *Red Mud Plastic Separator (RMP).*

RMP adalah PVC yang diisi dengan limbah lumpur merah (Red Mud) dari industri aluminium. RMP tahan pada erosi oleh asam, alkalis atau larutan garam. Satu laporan mengklaim bahwa material RMP dengan tebal 1,2 mm dapat digunakan sekitar 20 tahun. Bila limbah *hog* dipisahkan dengan menggunakan *separator liquid*, bagian cair akan mengalir ke dalam digester anaerobik pada kantong RMP. Pada suatu seri percobaan di Lembaga Penelitian Ternak Taiwan, didapatkan bahwa ukuran optimum kantong dihitung dengan mengalikan jumlah hogs dengan 0,5 m³. Pada suhu ambien di Taiwan, jika waktu

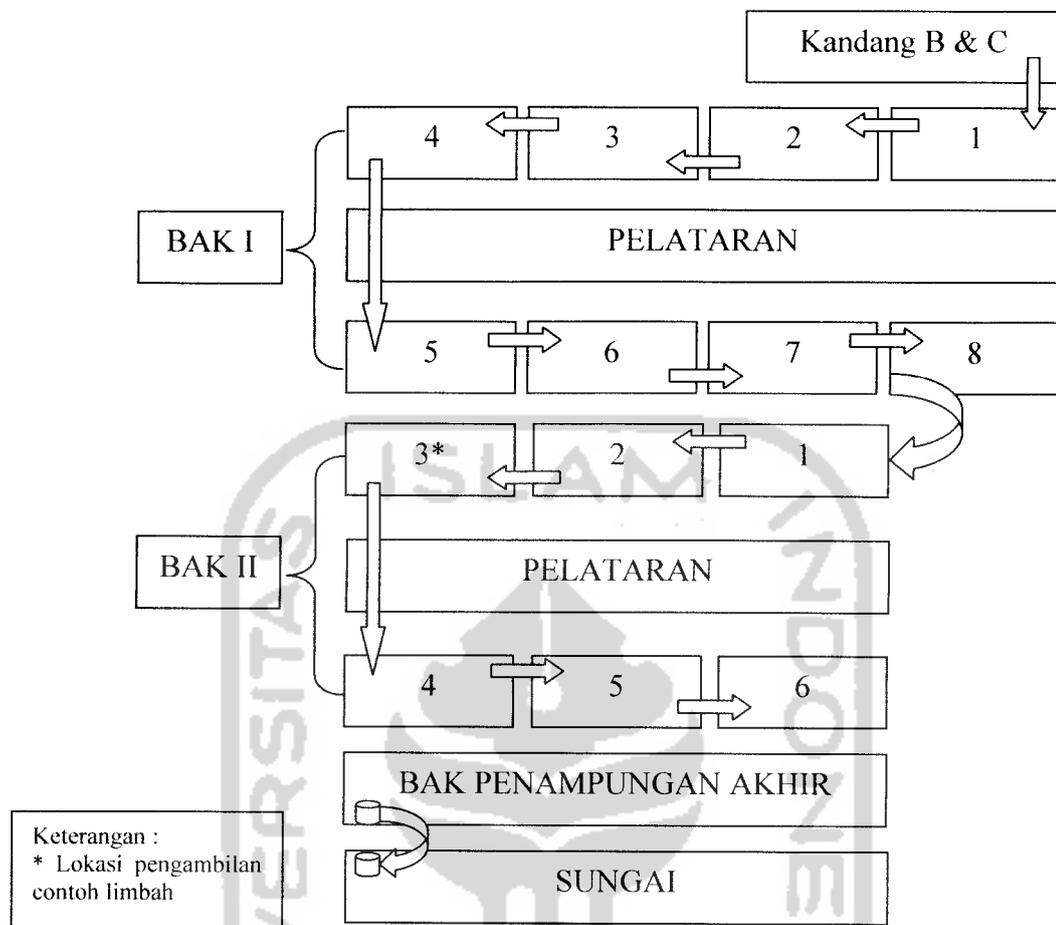
penyimpanan hidrolik selama 12 hari, BOD biasanya turun menjadi 70-85% dan kandungan SS menjadi 80-90%.

3. Aerobic Treatment.

Perlakuan limbah pada separator liquid-solid dan RMP bag digester biasanya cukup untuk menemukan standart sanitasi. Jika tidak, aliran (effluent) selanjutnya dilakukan secara aerobik. Perlakuan aerobik meliputi aktivasi sludge, parit oksidasi, dan kolam aerobik. Rata-rata BOD dan SS dari effluent setelah perlakuan adalah sekitar 200-800 ppm. Setelah perlakuan aerobik, BOD dan SS akan turun pada level standar yang memenuhi standard dari kumpulan air limbah oleh aturan pencegahan polusi air. BOD maksimum air limbah dari suatu peternakan besar dengan lebih dari 1000 ekor adalah 200 ppm, sedangkan untuk peternakan kecil BOD yang diijinkan 400 ppm.

2.1.4 Sumber Air Limbah

Pada penelitian ini, limbah cair diambil dari CV. Lembah Hijau Multifarm (LHM) Solo, Jawa Tengah. Adapun lokasi pengambilan contoh dapat dilihat pada diagram pengolahan berikut ini :



Gambar 2.2 Lokasi Pengambilan Air Limbah

2.2 Chemical Oxygen Demand (COD)

Chemical Oxygen Demand (COD) atau kebutuhan oksigen kimiawi yaitu jumlah oksigen yang diperlukan agar bahan buangan yang ada di dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimiawi atau banyaknya oksigen-oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik menjadi CO_2 dan H_2O .

Pada reaksi oksigen ini hampir semua zat yaitu sekitar 85% dapat teroksidasi menjadi CO_2 dan H_2O dalam suasana asam, sedangkan

penguraian secara biologi (BOD) tidak sama semua zat organik dapat diuraikan oleh bakteri (*Fardiaz, 1976*).

COD ini secara khusus bernilai apabila BOD tidak dapat ditentukan karena terdapat bahan-bahan beracun. Waktu pengukurannya juga lebih singkat dibandingkan pengukuran BOD. Namun demikian bahwa BOD dan COD tidak menentukan hal yang sama dan karena itu nilai-nilai secara langsung COD tidak dapat dikaitkan dengan BOD. Hasil pengukuran COD tidak dapat membedakan antara zat organik yang stabil dan yang tidak stabil. COD tidak dapat menjadi petunjuk tentang tingkat dimana bahan-bahan secara biologis dapat diseimbangkan. Namun untuk semua tujuan yang praktis COD dapat dengan cepat sekali memberikan perkiraan yang teliti tentang zat-zat arang yang dapat dioksidasi dengan sempurna secara kimia (*Mahida, 1984*).

Menurut (*Metcalf and Eddy, 1991*) COD adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik dalam air, sehingga parameter COD mencerminkan banyaknya senyawa organik yang dioksidasi secara kimia. Tes COD digunakan untuk menghitung kadar bahan organik yang dapat dioksidasi, dihitung dengan menggunakan bahan kimia oksidator kuat dalam media asam.

Perbedaan COD dan BOD yaitu :

1. Angka BOD adalah jumlah komponen organik biodegradable dalam air buangan, sedangkan tes COD menentukan total organik yang dapat

teroksidasi, tetapi tidak dapat membedakan komponen biodegradable/non biodegradable.

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

Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut didalam air. (G. Alaerts, 1984).

Untuk mengetahui jumlah bahan organik di dalam air dapat dilakukan suatu uji yang lebih cepat dibandingkan dengan uji BOD, yaitu berdasarkan reaksi kimia dari suatu bahan *oksidan* yang disebut uji COD. Uji COD yaitu suatu uji yang menentukan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bahan *oksidan* seperti *kalium dikromat* yang digunakan untuk mengoksidasi bahan-bahan organik yang terdapat didalam air.

COD atau kebutuhan oksigen kimiawi adalah jumlah oksigen yang diperlukan agar limbah organik yang ada didalam air dapat *teroksidasi* melalui reaksi kimia. Limbah organik akan dioksidasi oleh *kalium bichromat* ($K_2Cr_2O_2$) sebagai sumber oksigen menjadi gas CO_2 dan H_2O

serta sejumlah ion chrom. Nilai COD merupakan ukuran bagi tingkat pencemaran oleh bahan organik.

Air yang telah tercemar limbah organik sebelum reaksi oksidasi berwarna *kuning*, dan setelah reaksi oksidasi berubah menjadi warna *hijau*. Jumlah oksigen yang diperlukan untuk reaksi oksidasi terhadap limbah organik seimbang dengan jumlah *kalium bichromat* yang digunakan pada reaksi oksidasi. Makin banyak kalium bikarbonat yang digunakan pada reaksi oksidasi, berarti semakin banyak oksigen yang diperlukan.

Uji COD pada umumnya menghasilkan nilai kebutuhan oksigen yang lebih tinggi dibandingkan dengan uji BOD, karena bahan-bahan yang stabil terhadap reaksi biologi dan mikroorganisme dapat ikut teroksidasi dalam uji COD. *Selulosa* adalah salah satu contoh yang sulit diukur melalui uji BOD karena sulit dioksidasi melalui reaksi biokimia, akan tetapi dapat diukur melalui uji COD. (*Pramudya Sunu, 2001*).

2.3 Total Dissolved Solid (TDS)

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

Analisa zat padat dalam air, sangat penting bagi penentuan komponen-komponen air secara lengkap, juga untuk perencanaan serta

pengawasan proses-proses pengolahan data dalam bidang air minum maupun dalam bidang air buangan.

Zat-zat padat yang berada dalam suspensi dapat dibedakan menurut ukurannya sebagai partikel tersuspensi koloidal (partikel koloid) dan partikel tersuspensi biasa (partikel tersuspensi).

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

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

Dalam metode analisa zat padat, pengertian zat padat total adalah semua zat-zat yang tersisa sebagai residu dalam suatu bejana, bila sampel air didalam bejana tersebut dikeringkan pada suhu tertentu.

a. Biological Oxygen Demand (BOD)

BOD didefinisikan sebagai jumlah oksigen terlarut dalam limbah cair yang dipakai untuk menguraikan sejumlah senyawa organik dengan bantuan mikroorganisme pada kondisi dan waktu tertentu.

Pada umumnya, waktu untuk reaksi penguraian zat organik tersebut diambil lima hari sehingga ditulis dengan BOD₅ (*Anonim, 1994*).

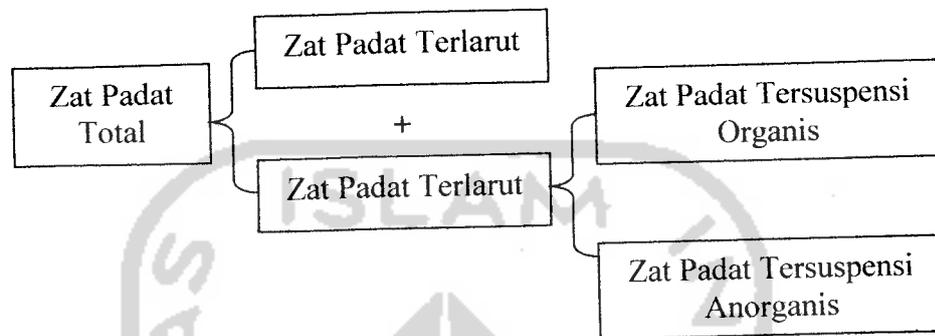
Zat-zat organik dalam limbah cair terutama tersusun dari unsur-unsur C, H, O dan sedikit N, S yang berpotensi menyerap oksigen. Oksigen tersebut digunakan untuk menguraikan atau membongkar senyawa organik. Dengan demikian kadar oksigen dalam limbah cair lama kelamaan berkurang dan limbah cair bertambah keruh serta berbau.

b. Chemical Oxygen Demand (COD)

COD merupakan banyaknya oksigen dalam ppm atau mg/l yang dibutuhkan pada kondisi khusus untuk menguraikan bahan organik secara kimiawi (*Sugiharto, 1989*). COD juga merupakan parameter yang digunakan untuk menentukan bahan-bahan organik yang ada di dalam air.

Nilai COD menunjukkan banyaknya oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan organik menjadi CO₂ dan air dengan perantara oksidator kuat dalam suasana asam.

Zat padat total terdiri dari zat padat terlarut, dan zat padat tersuspensi yang dapat bersifat organis dan inorganis seperti pada skema dibawah ini :



Gambar 2.3 Skema Zat Padat Total

Zat padat tersuspensi sendiri dapat diklasifikasikan sekali lagi menjadi antara lain zat padat terapung yang selalu bersifat organis dan zat padat terendap yang dapat bersifat organis dan inorganis.

Zat padat terendap adalah zat padat dalam keadaan suspensi yang dalam keadaan tenang dapat mengendap setelah waktu tertentu karena pengaruh gaya beratnya.

Penentuan zat padat ini dapat melalui volumenya, yang disebut analisa volume lumpur (sludge volume), dan dapat melalui beratnya disebut analisa lumpur kasar atau umumnya disebut zat padat terendap (settleable solids).

Dimensi dari zat-zat padat tersebut diatas adalah dalam mg/L atau g/L, namun sering pula ditemui ” % berat ” yaitu kg zat padat / kg larutan, atau ” % volume ” yaitu dalam dm^3 zat padat / liter larutan.

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

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. Karena keduanya sering muncul bersamaan dalam suatu proses maka ada yang menyebut sorpsi, baik adsorpsi sebagai sorpsi yang terjadi pada karbon aktif maupun padatan lainnya. Namun unit operasinya dikenal sebagai adsorpsi.

Adapun adsorpsi dapat dikelompokkan menjadi dua:

- a. Adsorpsi fisik, yaitu terutama terjadi adanya gaya van der Waals dan berlangsung bolak-balik. 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.

- b. Adsorpsi kimia yaitu reaksi kimia yang terjadi antara zat padat dengan adsorbat larut dan reaksi ini tidak berlangsung bolak-balik.

Mekanisme Adsorpsi dapat digambarkan sebagai proses dimana molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat adsorben akibat kimia dan fisika (*Reynolds, 1982*).

Pada proses adsorpsi terhadap air limbah mempunyai empat tahapan antara lain:

1. Transfer molekul-molekul adsorbat menuju lapisan film yang mengelilingi adsorben.
2. Difusi adsorbat melalui lapisan film (*film diffusion process*).
3. Difusi adsorbat melalui kapiler atau pori-pori dalam adsorben (*pore diffusion*).
4. Adsorpsi adsorbat pada dinding kapiler atau permukaan adsorben (proses adsorpsi sebenarnya), (*Reynolds, 1982*).

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
3. Aktif dan murni
4. Tidak bereaksi dengan zat yang akan diserap.

Pemilihan adsorben pada proses adsorpsi sangat 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 adsorbat 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 adsorpsinya. Ukuran diameter dalam bentuk butir adalah lebih dari 0,1 mm, sedangkan ukuran diameter dalam bentuk serbuk adalah 200 mesh (*Tchobanoglous, 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 kontaknya cukup dan waktu kontak berkisar 10 – 15 menit (*Reynolds, 1982*).

4. Distribusi ukuran pori

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

2.4.1 Keramik

Keramik berasal dari bahasa Yunani “Keramos” yang berarti periuk atau belanga yang dibuat dari tanah (*Astuti.1997*). Keramik adalah semua benda-benda yang terbuat dari tanah liat/lempung yang mengalami suatu proses pengerasan dengan pembakaran suhu tinggi. Pengertian keramik yang lebih luas dan umum adalah “bahan yang dibakar tinggi” termasuk didalamnya semen, gips, metal dan lainnya.

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 Pejaten, 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.

1. Mineral Lempung

a. Susunan Tanah Lempung

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

- 1) Berukuran lebih kecil dari $0,002 \mu$.
- 2) Struktur terutama berbentuk lapisan dan sebagian kecil berbentuk rantai.
- 3) Berdosiasi 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 *feldepar* yang merupakan contoh-contoh penting. Selain itu juga, mengandung bahan-bahan organik dalam air (*Grim, 1953*).

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

b. Klasifikasi Mineral Lempung

Berdasarkan struktur mineral lempung dapat diklasifikasikan sebagai berikut (*Grim, 1953*) :

1) Amorf

Kelompok alofan

2) Kristalin

a. Tipe dua lapisan (struktur-struktur lembaran yang tersusun oleh satu lapisan silica tetrahedra dan satu lapisan aluminium oktahedra).

i. Ekuidimensional

Kelompok kaolinite: kaolinite, nacrite, dicrite

ii. Memanjang

Kelompok halloysite

b. Tipe tiga lapisan (struktur-struktur lembaran yang tersusun oleh dua lapisan silica tetrahedron dan satu pusat lapisan dioktahedral atau trioktahedral).

i. Kisi yang mengembang

▪ Ekuidimensional

Kelompok montmorillonite yaitu montmoriloni, saukonit, vermikulit

▪ Memanjang

Kelompok montmoriloni yaitu nontronit, saonit, hektorit

ii. 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 silica tetrahedron yang mengandung atom Al dan Mg).

Kelompok miscellaneous yaitu atapulgit, sepiolite, poligorskit.

c. Sifat Fisik Mineral Lempung

Mineral lempung mempunyai sifat-sifat sebagai berikut
(Grim, 1953) :

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) Thixotropy

Thixotropy 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

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 $400-900^{\circ}\text{C}$ air akan meloncat ke atas dari kisi-kisi sebagai

kelompok OH dan struktur kristal akan terhancurkan sebagian atau berubah.

d. 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 penetralisir, artinya dengan mudah digantikan oleh anion dan kation lain saat kontak dengan ion-ion lain pada larutan yang encer (*Olphen, 1963*).

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 (*Olphen, 1963*).

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 elektrik. 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 :

- i. Ikatan hidrogen
- ii. Kekuatan ion dwi kutub
- iii. Pertukaran kation
- iv. Pertukaran anion

Pada lempung-lempung yang kering, muatan negatif di permukaan dinetralkan oleh adanya *exchangeable 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*).

e. Permeabilitas Tanah (Lempung)

Permeabilitas didefinisikan sebagai bahan berpori yang memungkinkan aliran rembesan dari cairan yang cair atau minyak mengalir lewat rongga pori. Pori-pori tanah saling berhubungan antara yang satu dengan yang lainnya, sehingga air dapat mengalir dari titik dengan energi tinggi ke titik energi yang lebih rendah (*Christady, 2002*).

Untuk tanah lempung yang dibuat gerabah mengalami perlakuan seperti pemadatan, pengeringan, dan pembakaran. Gerabah yang masih mentah pori-porinya lebih kecil, karena pori lempung berisi air dan udara, setelah mengalami pembakaran air dan udara menguap sehingga pori melebar.

f. Porositas Tanah (Lempung)

Porositas merupakan sejumlah ruang pori-pori yang berisi air dan udara. Ruang pori-pori ini menjadi penting karena di dalamnya air dan udara bebas bergerak. Banyaknya air yang bergerak melalui tanah lempung berkaitan erat dengan jumlah dan ukuran pori-pori tanah.

Banyaknya ruang kosong di dalam tanah tergantung pada butir-butir, semakin besar butir-butir semakin besar pula ruang pori demikian juga sebaliknya (Kartapoetra, 1991). Menurut Sarwo Hardjowigeno udara dan air mengisi pori-pori tanah. Banyaknya pori-pori $\pm 50\%$ dari volume tanah, sedangkan jumlah air dan udara berubah-ubah.

2. 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 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 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 3 (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 :

- a. SiO_2 : 35.50 - 99.85 %
- b. Fe_2O_3 : 0.01 – 9.14 %
- c. Al_2O_3 : 0.01 – 18.00 %
- d. CaO : 0.01 – 0.29 %

3. Serbuk Gergaji

Serbuk gergaji digunakan sebagai campuran dalam pembuatan reaktor membran keramik. Serbuk gergaji merupakan limbah yang selalu ada pada tiap industri pengolahan kayu. Pada industri penggergajian, serbuk gergaji yang dihasilkan berkisar 11-15%, sedang pada industri kayu lapis dan molding biasanya lebih kecil. Besarnya persentase 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. Juga dapat ada yang dimanfaatkan sebagai media pertumbuhan di persemaian. Selain itu, serbuk gergaji dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan briket arang.

2.4.3 Pembuatan Keramik

Pembuatan keramik dimulai dari proses pengolahan tanah, pembentukan badan keramik, pengeringan, penyusunan dalam tungku pembakaran. Keramik sendiri dikelompokkan menjadi dua golongan besar yaitu struktural keramik dengan produk seperti keramik nuklir, serat kaca,

dan busi dan fungsional keramik dengan produk seperti kapasitor, keramik magnet dan masih banyak lagi.

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, rubbermold 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 jubin 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 kerusakan-kerusakan dalam proses pembakaran. Kerusakan yang dapat terjadi antara lain perubahan bentuk dan retak-retak.

Beberapa cara pengeringan yang dapat dilakukan antara lain diangin-anginkan, 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°C - 1800°C pada gas Nitrogen (N_2). *Hot pressing* dengan bahan dasar Si_3N_4 memerlukan suhu 1700°C - 1800°C dengan tekanan 200 - 500 Kg/cm^2 . *Reaction sintering* dengan bahan dasar SiO_2 dibakar pada suhu 1350°C - 1600°C . *Chemical Vapor Deposition (CVD)* dengan bahan dasar SiH_4 dan NH_3 dipanaskan pada suhu 800°C - 1400°C . selain itu masih ada metode-metode lain seperti *Hot Isolatic Press (HIP)*, *atmospheric pressure sintering*, *Ultra high pressure sintering*, *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 organis 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 organis 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.

2.5 Mekanisme Filtrasi

Menurut (Razif, 1985) proses filtrasi adalah kombinasi dari beberapa fenomena yang berbeda, yang paling penting adalah :

1. *Mechanical Straining*, yaitu proses penyaringan partikel *suspended matter* yang terlalu besar untuk bisa lolos melalui lubang antara butiran

pasir, yang berlangsung diseluruh permukaan saringan pasir dan sama sekali tidak bergantung pada kecepatan penyaringan.

2. *Sedimentasi*, akan mengendapkan partikel *suspended matter* yang lebih halus ukurannya dari lubang pori pada permukaan butiran. Proses pengendapan terjadi pada seluruh permukaan pasir.
3. *Adsorption* adalah proses yang paling penting dalam proses filtrasi. Proses adsorpsi dalam saringan pasir lambat terjadi akibat tumbukan antara partikel-partikel tersuspensi dengan butiran pasir saringan dan dengan bahan pelapis seperti gelatin yang pekat yang terbentuk pada butiran pasir oleh endapan bakteri dan partikel koloid. Proses ini yang lebih penting terjadi sebagai hasil daya tarik menarik elektrostatis, yaitu antara partikel-partikel yang mempunyai muatan listrik yang berlawanan.
4. *Aktivitas kimia*, beberapa reaksi kimia akan terjadi dengan adanya oksigen maupun bikarbonat.
5. *Aktivitas biologis* yang disebabkan oleh mikroorganisme yang hidup dalam filter.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Adapun lokasi-lokasi yang digunakan sebagai tempat penelitian adalah sebagai berikut:

1. CV. Lembah Hijau Multifarm (LHM) Solo, Jawa Tengah.

Merupakan tempat untuk survei dan tempat pengambilan sampel limbah cair.

2. Laboratorium Kualitas Lingkungan, Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP, UII.

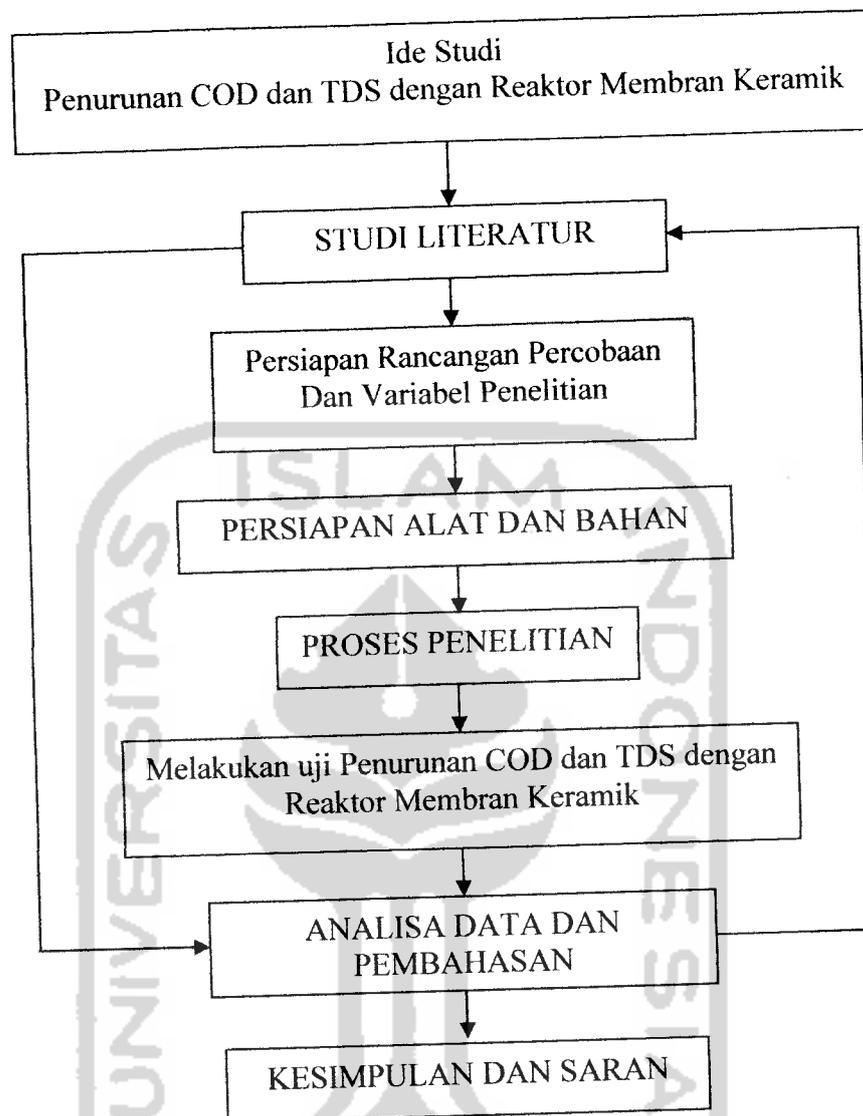
Merupakan tempat penelitian dan pemeriksaan air sampel untuk mengetahui konsentrasi COD (Chemical Oxygen Demand), dan TDS (Total Dissolved Solid).

3.2 Objek Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair peternakan sapi yang berasal dari CV. Lembah Hijau Multifarm (LHM) Solo, Jawa Tengah.

3.3 Kerangka Penelitian

Adapun kerangka penelitian untuk tugas akhir ini dapat dilihat pada diagram penelitian, yaitu pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.4 Tahapan Penelitian

a. Studi Literatur

Studi literatur dilaksanakan untuk mendasari dan menunjang penelitian yang dilakukan. Sumber literatur yang dipergunakan dalam penelitian ini meliputi buku-buku teks, laporan penelitian terkait, jurnal-jurnal dan penelusuran di internet.

b. Persiapan Penelitian

Bahan-bahan dan alat dalam penelitian adalah :

- a. Pasir kuarsa (silika) 10% dari berat tanah lempung 1 kg.
- b. Tanah lempung.
- c. Serbuk gergaji.
- d. Pipa PVC.
- e. Stop kran $\frac{1}{2}$ " 2 buah.
- f. Bak penampung (ember).
- g. Botol sampel.

3.5 Parameter Penelitian

Penelitian ini dilakukan pengujian parameter limbah cair peternakan yang meliputi :

- COD
- TDS

3.6 Variabel Penelitian

1. Variabel bebas (*Independent Variable*)

- Variasi komposisi serbuk gergaji 5%, 7.5%, dan 10% dalam menurunkan konsentrasi COD dan TDS.
- Variasi waktu 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit dan 180 menit untuk menghitung laju penurunan COD dan TDS.
- Tinggi keramik 12,5 cm.

- Diameter keramik 9 cm.
2. Variabel terikat (*Dependent Variable*)

Parameter yang diteliti adalah COD dan TDS.

3.7 Hipotesa

Kombinasi dari tanah lempung, pasir kuarsa, dan serbuk gergaji dalam Reaktor Membran Keramik akan memberikan tingkat penurunan konsentrasi COD dan TDS yang terkandung dalam limbah cair peternakan.

3.8 Reaktor Membran Keramik

3.8.1. Desain Reaktor

Perencanaan pembuatan reaktor yang akan digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Tanah Lempung
2. Pasir Kuarsa

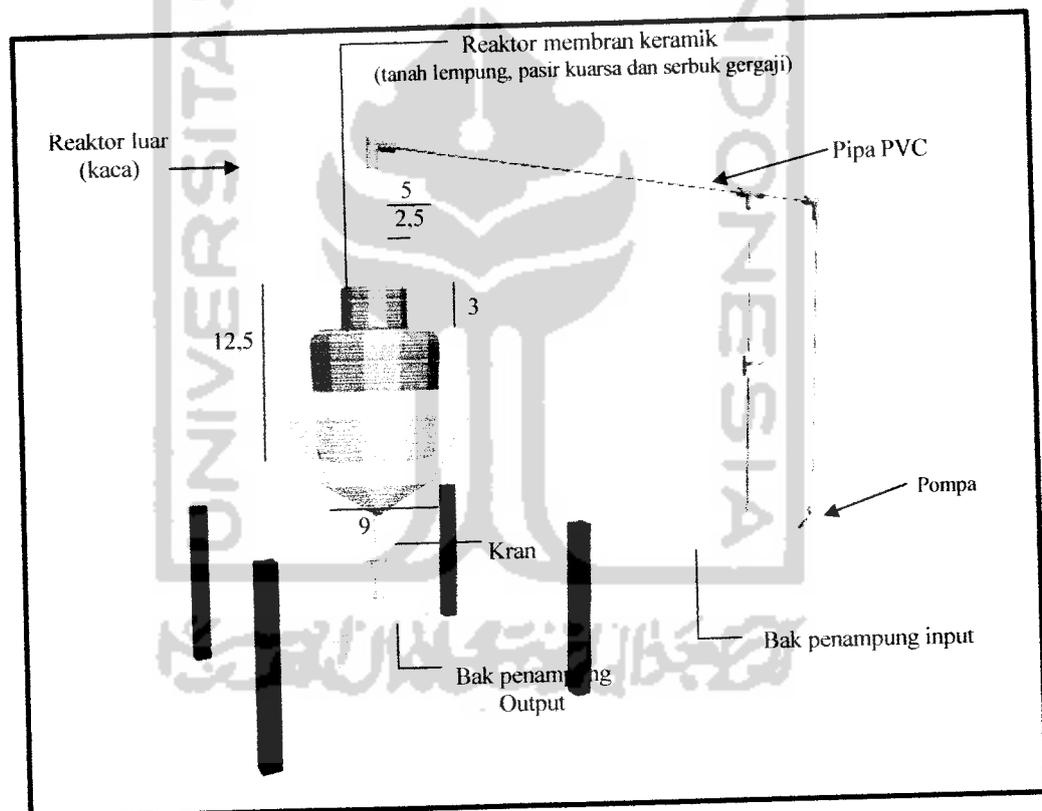
Komposisi pasir kuarsa adalah 10% dari berat tanah lempung, untuk setiap 1 kg tanah lempung.

3. Serbuk Gergaji

Serbuk gergaji diambil dari sisa penggergajian dengan penggunaan mesin listrik, yang berukuran sekitar ≥ 50 mesh. Untuk disaring dengan ayakan.

3.8.2. Dimensi Reaktor

Reaktor yang akan direncanakan terbuat dari komposisi antara tanah lempung, pasir kuarsa dan serbuk gergaji yang berbentuk silinder dengan diameter 9 cm dan tinggi 12,5 cm. Proses dari reaktor ini adalah air dari tempat penampungan limbah akan mengalir keluar melalui pipa dan masuk ke alat penyaringan dan kemudian air akan merembes melalui pori-pori yang berasal dari serbuk gergaji.



Gambar 3.2. Reaktor Membran Keramik

3.9 Analisa Laboratorium

Effluen hasil penyaringan dianalisa di Laboratorium Teknik Lingkungan UII Yogyakarta dengan menggunakan metode spektrofotometri untuk pemeriksaan COD sesuai dengan Metode Pengujian Kadar Kebutuhan Oksigen Kimiawi (KOK) dengan refluks tertutup, SNI 06-6989.2-2004 dan gravimetri untuk pemeriksaan TDS sesuai dengan Metode Pengujian Kualitas Fisik Dalam Air, SK SNI M-03-1989-F.

3.10 Analisa Data

Untuk mengetahui tingkat efisiensi dari reaktor yang akan diteliti, maka dilakukan analisa data yang diperoleh dari hasil pengamatan, baik data utama (tingkat removal) maupun data pendukung.

3.10.1 Analisa Data Dengan Menggunakan Uji t

Tujuan dari dilakukannya uji t dua variabel bebas adalah untuk membandingkan (membedakan) apakah kedua variabel tersebut sama atau berbeda. Gunanya untuk menguji kemampuan generalisasi (signifikansi) hasil penelitian yang berupa perbandingan keadaan variabel dari dua rata-rata sampel. Atau dengan kata lain, uji t digunakan untuk menguji rata-rata tetapi variannya tidak diketahui.

Adapun rumus uji t dua variabel sebagai berikut :

$$\frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1}{n_1} + \frac{S_2}{n_2} - 2r\left(\frac{s_1}{\sqrt{n_1}}\right) + \left(\frac{s_2}{\sqrt{n_2}}\right)}} \quad (3.1)$$

r = nilai korelasi X_1 dengan X_2

n = jumlah sampel

\bar{x}_1 = rata-rata sampel ke-1

\bar{x}_2 = rata-rata sampel ke-2

s_1 = standar deviasi sampel ke-1

s_2 = standar deviasi sampel ke-2

S_1 = varians sampel ke-1

S_2 = varians sampel ke-2

Langkah-langkah menjawab :

Langkah 1. Membuat H_a dan H_o dalam bentuk kalimat

H_a : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi COD dan TDS pada inlet dan outlet.

H_o : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi COD dan TDS pada inlet dan outlet.

Langkah 2. Membuat H_a dan H_o model statistik

H_a : $\mu_1 \neq \mu_2$

H_o : $\mu_1 = \mu_2$

Langkah 3. Mencari rata-rata (\bar{X}_r): standar deviasi (s): varians (S) dan korelasi.

Langkah 4. Mencari t hitung

Langkah 5. Menentukan kaidah pengujian

1. Taraf signifikansinya ($\alpha = 0.05$)

2. $dk = n_1 + n_2 - 2 = 6 + 6 - 2 = 10$

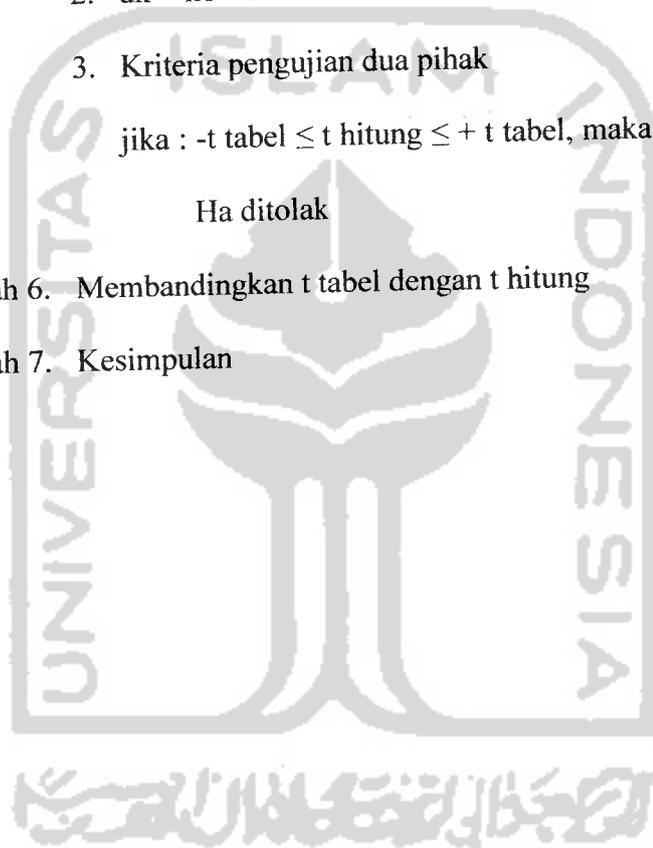
3. Kriteria pengujian dua pihak

jika : $-t_{\text{tabel}} \leq t_{\text{hitung}} \leq +t_{\text{tabel}}$, maka H_0 diterima dan

H_a ditolak

Langkah 6. Membandingkan t tabel dengan t hitung

Langkah 7. Kesimpulan



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan limbah cair sangat penting dilakukan untuk mengetahui apakah limbah cair yang akan dibuang ke badan air tersebut telah memenuhi standar kualitas air buangan atau belum. Oleh karena itu, penelitian ini mencoba untuk mengolah dan memeriksa limbah cair peternakan yang berasal dari CV. Lembah Hijau Multifarm (LHM) Solo, Jawa Tengah dengan menggunakan reaktor membran keramik.

Penggunaan keramik berpori sebagai filter atau membran semakin meningkat dewasa ini dan terdapat banyak peluang untuk memanfaatkan limbah anorganik seperti serbuk gergaji sebagai bahan baku keramik. Pengembangan produk keramik berpori (membran keramik) dengan memanfaatkan serbuk gergaji berdasarkan proses ekstrusi berpeluang menjadi kajian yang tepat guna dan inovatif, terutama di Indonesia. Sehingga dengan menggunakan reaktor ini diharapkan limbah cair hasil pengolahan telah memenuhi standar kualitas air buangan.

Prinsip dasar dari membran keramik adalah mengalirkan air limbah ke dalam membran keramik melalui pipa dengan menggunakan bantuan pompa dengan $Q_{maks} = 1000 \text{ L/jam}$, $A_c = 220 - 240 \text{ Volt/ Hz}$, dan $W = 15 \text{ watt}$. Dimana akan terjadi proses filtrasi dan adsorpsi didalamnya yang pada akhirnya akan menghasilkan effluent melalui pori-pori pada dinding keramik, ukuran pori juga turut berperan sehingga dapat menurunkan konsentrasi COD dan TDS pada

limbah cair peternakan sapi. Adapun untuk ukuran pori pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 5 %, 7,5 % dan 10 % dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Ukuran Pori pada Membran Keramik

Membran Keramik pada Komposisi Serbuk Gergaji	Diameter Pori (mikron)
5 %	$35,0415 \times 10^{-4}$
7,5 %	$34,4026 \times 10^{-4}$
10 %	$33,8918 \times 10^{-4}$

Adapun pemeriksaan dilakukan pada inlet dan outlet reaktor dengan komposisi reaktor masing-masing 5 %, 7,5 % dan 10 %. Pengambilan contoh limbah dilakukan pada menit ke 30, 60, 90, 120, 150 dan 180. Menit ke 30 berarti menit pada saat air pertama kali keluar dari reaktor dan menit ke 60, 90, 120, 150 dan 180 adalah menit berikutnya untuk pengambilan sampel.

Pemeriksaan dilakukan untuk mengetahui kandungan COD dan TDS yang terkandung dalam limbah cair peternakan dari CV. Lembah Hijau Multifarm (LHM) Solo, Jawa Tengah. Pemeriksaan parameter COD dan TDS dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan, Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia.

Untuk perhitungan prosentase dapat dihitung dengan menggunakan persamaan *Overall Efficiency* yaitu:

$$\eta = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100\% \quad (4.1)$$

Dimana: η = Overall Efficiency (%)

C_o = Konsentrasi Awal (mg/L)

C_e = Konsentrasi Akhir (mg/L)

4.1 Parameter Chemical Oxygen Demand (COD)

4.1.1 Hasil Pengujian Kadar COD Pada Komposisi Serbuk Gergaji 5 %

Pada reaktor membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji sebanyak 5 %, tidak mampu untuk mengolah limbah cair peternakan. Hal ini disebabkan karena porositas yang terdapat didalam membran keramik sangat kecil yaitu yaitu $35,0415 \times 10^{-4}$ mikron sehingga limbah cair tersebut tidak mampu menembus pori-pori pada membran keramik

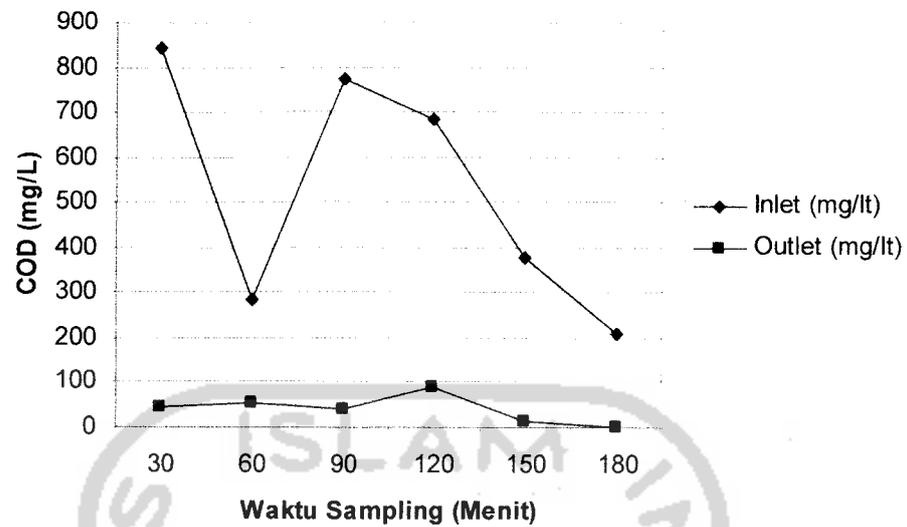
4.1.2 Hasil Pengujian Kadar COD Pada Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 %

Untuk nilai COD pada komposisi serbuk gergaji sebanyak 7,5 % dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kadar COD Pada Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 %

Menit	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	Efisiensi Removal (%)
30	842,2220	44,5780	93,6803
60	285,1940	53,2260	86,6880
90	773,5480	37,9650	88,7788
120	684,5250	86,8010	98,2439
150	376,2520	12,0210	96,8051
180	209,9060	0	100

Dari Tabel 4.2 dapat dibuat grafik konsentrasi COD pada komposisi serbuk gergaji 7,5 %



Gambar 4.1 Grafik Penurunan Konsentrasi COD Pada Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 %

4.1.3 Analisa Data COD Pada Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 % Dengan Metode Uji t

Dari hasil perhitungan menggunakan excel, diperoleh hasil sebagai berikut :

$$\text{Rata-rata} : \bar{x}_1 = 528,6078$$

$$\bar{x}_2 = 39,0985$$

$$\text{Standar deviasi} : s_1 = 270,8110583$$

$$s_2 = 30,88141258$$

$$\text{Varians} : S_1 = 73338,62928$$

$$S_2 = 953,6616427$$

$$\text{Korelasi} : r_1 = 0,526742168$$

$$t_{\text{hitung}} = 4,417676393$$

Dengan $\alpha = 0.05$, $dk = n_1 + n_2 - 2 = 6 + 6 + 2 = 10$

Sehingga diperoleh t tabel = 1,812

Dengan membandingkan t tabel dengan t hitung, ternyata $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \leq + t \text{ tabel}$, atau $-1,812 < 4,417676393 > 1,812$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima.

Sehingga dapat disimpulkan :

Analisa COD dengan menggunakan uji t pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 % menunjukkan hasil bahwa nilai t hitung lebih besar dari nilai t tabel ($4,417676393 > 1,812$), maka dapat dikatakan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi COD pada inlet dan outlet limbah peternakan.

4.1.4 Pembahasan COD Pada Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 %

Dari Tabel 4.2 diatas dapat dilihat bahwa pada reaktor membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji sebanyak 7,5 %, reaktor dapat menurunkan konsentrasi COD dari 842,2220 mg/L pada menit ke 30 sampai dengan 209,9060 mg/L pada menit ke 180. Hal ini disebabkan oleh adanya proses aerasi yang mengakibatkan terjadi proses transfer oksigen yang membantu terjadinya proses oksidasi sehingga menyebabkan menurunnya nilai COD pada air limbah.

Untuk outlet, reaktor dapat menurunkan konsentrasi COD sampai dengan 100 % pada menit ke 180 dengan nilai konsentrasi COD sebesar 0 mg/L. Hal tersebut dapat terjadi disebabkan zat-zat organik yang

4.1.7 Pembahasan COD Pada Komposisi Serbuk Gergaji 10 %

Dari Tabel 4.3 diatas dapat dilihat bahwa pada reaktor membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji sebanyak 10 %, terjadi penurunan konsentrasi COD pada inlet sebesar 32,8780 mg/L. Hal ini disebabkan oleh adanya proses aerasi menyebabkan terjadi proses transfer oksigen yang membantu terjadinya proses oksidasi sehingga menyebabkan menurunnya nilai COD pada air limbah.

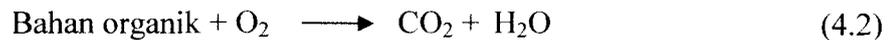
Sedangkan pada outlet, terjadi penurunan sebesar 1,8470 mg/L pada menit ke 150. Hal ini disebabkan oleh kemampuan dari pasir kuarsa yang digunakan sebagai media filtrasi didalam membran keramik untuk menyaring zat-zat yang lewat. Selain itu pasir juga mampu menarik partikel-partikel yang lewat sebagai hasil daya tarik menarik elektrostatis, yaitu antara partikel-partikel yang mempunyai muatan listrik yang berlawanan (*Razif, 1985*). Sedangkan pada menit ke 180 terjadi kenaikan sebesar 16,6000 mg/L. Hal ini kemungkinan disebabkan reaktor yang digunakan telah jenuh yang dikarenakan limbah cair peternakan yang digunakan mengandung bahan organik yang sangat tinggi, sehingga dalam waktu yang singkat telah mampu mengisi seluruh pori-pori yang ada.

Senyawa organik umumnya tidak stabil dan mudah dioksidasi secara biologis atau kimia menjadi senyawa stabil antara lain CO_2 , NO_3 , dan H_2O (*Hermawan, 1990*).

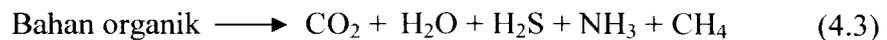
Oksigen sangat penting peranannya dalam proses penguraian bahan organik secara aerob. Apabila suplai oksigen tidak sesuai (kurang) dengan

yang dibutuhkan untuk menguraikan bahan organik maka penguraian bahan organik akan berjalan secara anaerob.

Penguraian bahan organik secara aerob.



Penguraian bahan organik secara anaerob.



Kecenderungan penurunan konsentrasi COD bisa dikarenakan COD yang merupakan bahan organik yang terdiri dari bahan organik soluble dan non soluble. Masuknya udara akan mempercepat produksi asam organik, menambah karbondioksida tapi mengurangi methane (*gintings, 1992*).

Selain hal tersebut diatas, penurunan konsentrasi COD dengan menggunakan membran keramik juga dapat terjadi karena adanya proses penyaringan (filtrasi) dan penyerapan (adsorpsi), dimana bahan-bahan organik yang terdapat pada air buangan disaring dan diserap oleh membran keramik. Dengan tekanan yang kuat menyebabkan bahan-bahan organik menempel pada dinding membran, sehingga air yang keluar menjadi lebih bersih.

Pada beberapa kejadian, terutama untuk molekul organik tak berkutub, kekuatan interaksi antara mineral lempung dengan bahan organik relatif lemah, hanya sesuai dengan penyerapan secara fisik. Ikatan antara mineral lempung dan bahan organik terjadi melalui :

1. Ikatan hidrogen

Ikatan hidrogen adalah ikatan antara atom-atom yang terdapat pada air (H_2O) yang membentuk kutub-kutub (polar).

2. Kekuatan ion dwi-kutub

Kekuatan ion dwi-kutub adalah molekul-molekul air yang berkelakuan seperti batang-batang kecil yang mempunyai muatan positif di satu sisi dan muatan negatif di sisi yang lain.

3. Pertukaran ion

Pertukaran ion adalah pertukaran elektrik pada partikel-partikel dengan mineral lempung akan menarik kation dan anion melalui cara penukaran atau penentralisir, artinya dengan mudah digantikan oleh anion dan kation lain saat kontak dengan ion lain pada larutan yang encer (*Van Olphen, 1963*)

Pada proses adsorpsi air limbah mempunyai empat tahapan antara lain :

1. Transfer molekul-molekul adsorbat menuju lapisan film yang mengelilingi adsorben.
2. Difusi adsorbat melalui lapisan film (*film diffusion process*).
3. Difusi adsorbat melalui kapiler atau pori-pori dalam adsorben (*pore diffusion*).
4. Adsorpsi adsorbat pada dinding kapiler atau permukaan adsorben (proses adsorpsi sebenarnya), (*Reynolds, 1982*).

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.

Konsentrasi COD setelah melalui proses pengolahan dengan membran keramik, berada dibawah standar baku mutu sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor Kep-51/MENLH/10/1995 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri yaitu sebesar 100 mg/L.

4.2 Parameter Total Dissolved Solid (TDS)

4.2.1 Hasil Pengujian Kadar TDS Pada Komposisi Serbuk Gergaji 5 %

Pada reaktor membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji sebanyak 5 %, tidak mampu untuk mengolah limbah cair peternakan. Hal ini disebabkan karena porositas yang terdapat didalam membran keramik sangat kecil sehingga limbah cair tersebut tidak mampu menembus pori-pori pada membran keramik

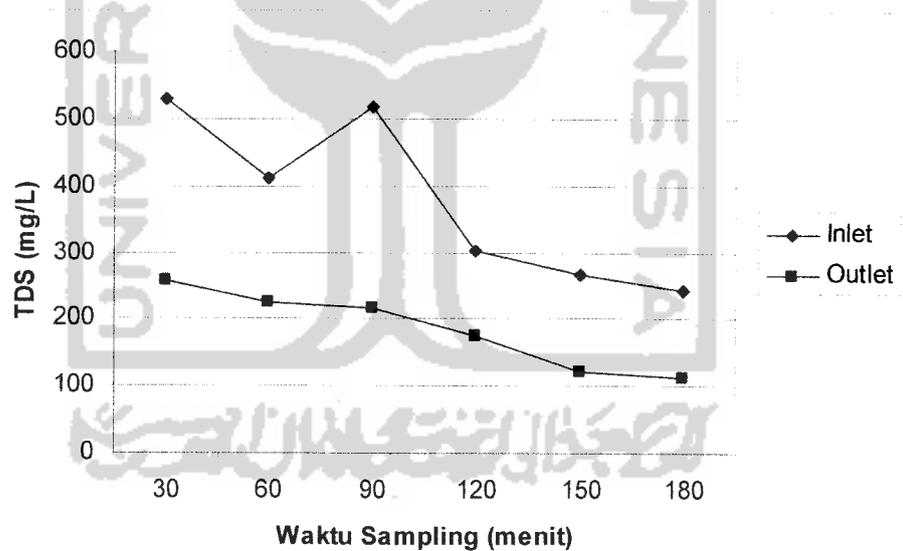
4.2.2 Hasil Pengujian Kadar TDS Pada Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 % Dan 10 %

Untuk nilai TDS pada komposisi serbuk gergaji yakni sebanyak 7,5% dan 10 % dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan Tabel 4.5

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kadar TDS Pada Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 %

Waktu (Menit)	Konsentrasi (mg/L)		Removal (%)
	Inlet	Outlet	
30	530	257	51,509434
60	410	223	45,6097561
90	517	217	28,0270793
120	300	173	42,33333333
150	267	120	55,0561798
180	243	113	53,4979424

Dari Tabel 4.4 dapat dibuat grafik penurunan kandungan TDS pada komposisi serbuk gergaji 7,5 %

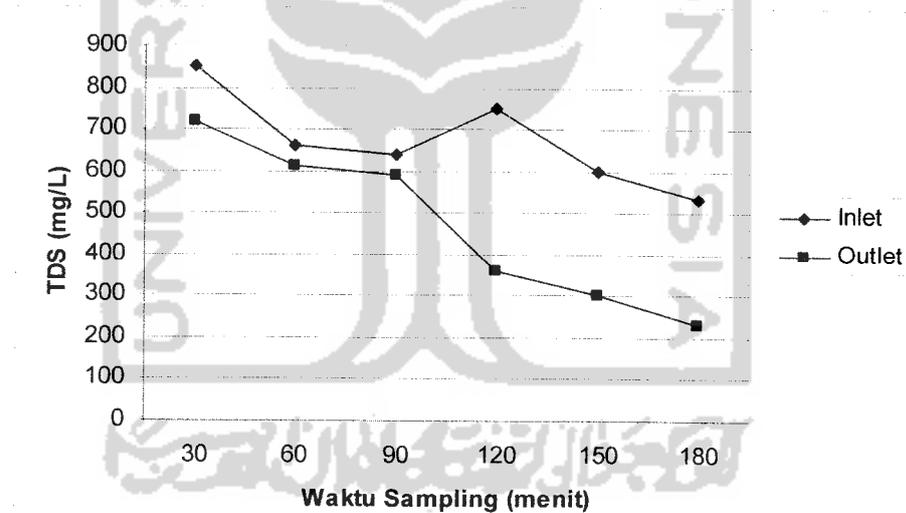


Gambar 4.3 Grafik Penurunan Konsentrasi TDS Pada Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 %

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kadar TDS Pada Komposisi Serbuk Gergaji 10 %

Waktu (Menit)	Konsentrasi (mg/L)		Removal (%)
	Inlet	Outlet	
30	850	720	15,29411765
60	660	610	7,575757576
90	640	590	7,8125
120	750	360	52
150	600	300	50
180	530	230	56,60377358

Dari Tabel 4.5 dapat dibuat grafik penurunan kandungan TDS pada komposisi serbuk gergaji 10 %.

**Gambar 4.4** Grafik Penurunan Konsentrasi TDS Pada Komposisi Serbuk Gergaji 10 %.

Analisa Metode 4.2.3 Analisa Data TDS Pada Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 % Dengan Metode Uji t

Dari hasil perhitungan menggunakan excel, diperoleh hasil sebagai berikut:

Rata-rata : $\bar{x}_1 = 377,8333333$

$$\bar{x}_2 = 183,8333333$$

Standar deviasi : $s_1 = 126,5534143$

$$s_2 = 58,64611382$$

Varians : $S_1 = 16015,76667$

$$S_2 = 3439,366667$$

Korelasi : $r_1 = 0,929088011$

$t_{hitung} = 3,445406744$

Dengan $\alpha = 0,05$, $dk = n_1 + n_2 - 2 = 6 + 6 + 2 = 10$

Sehingga diperoleh $t_{tabel} = 1,812$

Dengan membandingkan t_{tabel} dengan t_{hitung} , ternyata $-t_{tabel} \leq t_{hitung} \leq +t_{tabel}$, atau $-1,812 < 3,445406744 > 1,812$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima.

Sehingga dapat disimpulkan :

Dari analisis data menunjukkan bahwa pada membran keramik 7,5 % terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TDS pada inlet dan outlet air limbah peternakan, karena nilai t_{hitung} yang lebih besar dari pada nilai t_{tabel} ($3,445406744 > 1,812$).

4.2.5 Pembahasan TDS

Dari Tabel 4.4 dan Tabel 4.5 diatas dapat dilihat bahwa pada reaktor membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji sebanyak 7,5% dan 10 %, telah terjadi penurunan konsentrasi TDS pada inlet. Hal ini disebabkan karena kondisi limbah cair pada inlet sangat tenang (laminar) sehingga partikel-partikel yang memiliki berat yang lebih besar mudah untuk mengendap.

Sementara outlet yang dihasilkan menunjukkan hasil yang sangat baik. Pada Tabel 4.4 dan Tabel 4.5 dapat dilihat kemampuan membran keramik didalam menurunkan efisiensi konsentrasi TDS yang yang terdapat dalam limbah cair. Membran keramik dengan konsentrasi serbuk gergaji 7,5 % dapat menurunkan konsentrasi TDS sampai dengan 53,4979424% dari konsentrasi 243 mg/L menjadi 113 mg/L pada menit ke 180. Sedangkan pada konsentrasi 10 %, membran keramik mampu menurunkan konsentrasi TDS sampai dengan 56,60377358% dari konsentrasi 530 mg/L menjadi 230 mg/L pada menit ke 180.

Hal tersebut disebabkan karena membran keramik memiliki kemampuan sebagai penyaring (filter) dan penyerap (adsorben) padatan yang terdapat dalam air buangan. Fungsi membran keramik sebagai penyaring (filter) karena pada membran keramik terdapat campuran serbuk gergaji berukuran 50 mesh, yang berfungsi untuk merembeskan air. Sedangkan fungsi membran keramik sebagai penyerap (adsorben) karena terdapat tanah lempung yang berfungsi sebagai media penyerap.

Keramik bakaran rendah pada umumnya berpori (*porous*), sehingga air didalamnya dapat merembes keluar melalui pori-pori dindingnya. Serbuk gergaji yang digunakan pada membran keramik juga berfungsi untuk membentuk pori-pori pada membran keramik. Dimana untuk membran keramik 7,5 % memiliki ukuran pori $34,4026 \times 10^{-4}$ mikron sedangkan untuk membran keramik 10 % memiliki ukuran pori $33,8918 \times 10^{-4}$ mikron. Ukuran zat padat terlarut yang lebih kecil dari pada pori-pori menyebabkan zat padat terlarut akan lolos pada saat penyaringan akan tetapi adanya proses adsorpsi menyebabkan zat terlarut diserap oleh membran keramik sehingga zat terlarut akan menempel pada dinding keramik. Bilamana adsorban dibiarkan berkontak dengan suatu larutan, pada penelitian ini membran keramik sebagai adsorban dan limbah peternakan sebagai adsorbat, maka jumlah zat terlarut yang diadsorpsi pada permukaan adsorban akan meningkat sehingga konsentrasi zat terlarut akan menurun setelah beberapa saat.

Daya adsorpsi molekul dari suatu adsorbat akan meningkat apabila waktu kontak dengan membran keramik lama. Makin lama waktu kontak akan memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul adsorbat berlangsung lebih baik sehingga dapat menyebabkan penurunan pada TDS. Disamping itu, proses adsorpsi yang terjadi dipengaruhi oleh bahan penyerap (adsorben). 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. Kesetimbangan adsorpsi akan tercapai bilamana jumlah molekul yang meninggalkan permukaan adsorban sama dengan jumlah molekul yang diadsorpsi pada permukaan adsorban.

Tanah lempung memiliki sifat plastis yang memungkinkan tanah lempung untuk menyerap air pada bakaran yang rendah. Bahan penyerap merupakan suatu padatan yang mempunyai sifat mengikat partikel pada permukaan dan sifat ini menonjol pada padatan yang berpori. 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

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas adsorpsi, yaitu:

1. Luas permukaan adsorben

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

2. Ukuran partikel

Semakin kecil ukuran partikel yang digunakan maka semakin besar kecepatan adsorpsinya. Ukuran diameter dalam bentuk butir adalah

1. Osmosis balik

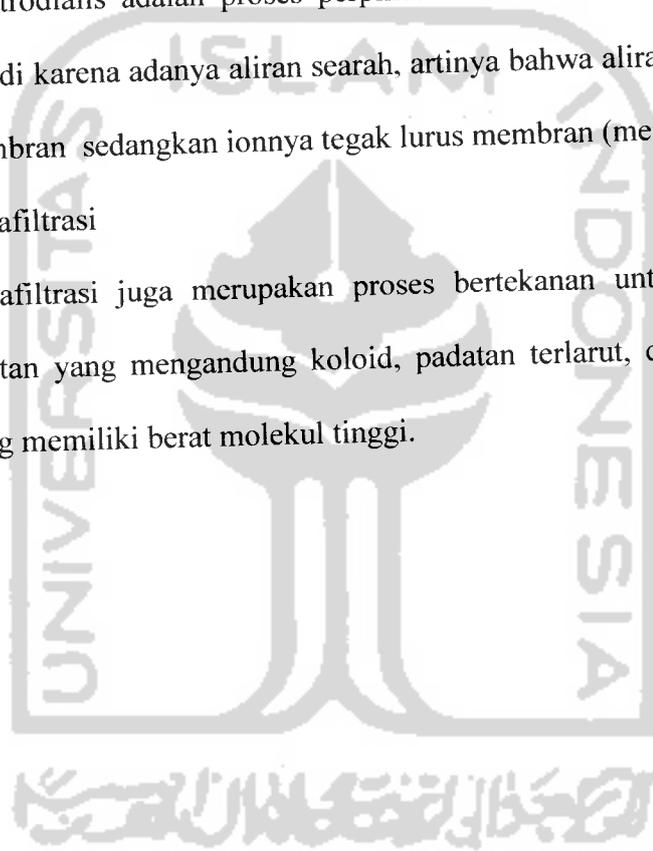
Osmosis balik merupakan suatu proses yang terjadi karena adanya tekanan yang berasal dari pompa sehingga membran mampu menahan semua ion dan melepaskan air yang terdapat didalam membran.

2. Elektrodialisis

Elektrodialisis adalah proses perpindahan ion melalui membran yang terjadi karena adanya aliran searah, artinya bahwa aliran air menyusuri membran sedangkan ionnya tegak lurus membran (menembus).

3. Ultrafiltrasi

Ultrafiltrasi juga merupakan proses bertekanan untuk memisahkan larutan yang mengandung koloid, padatan terlarut, dan bahan-bahan yang memiliki berat molekul tinggi.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

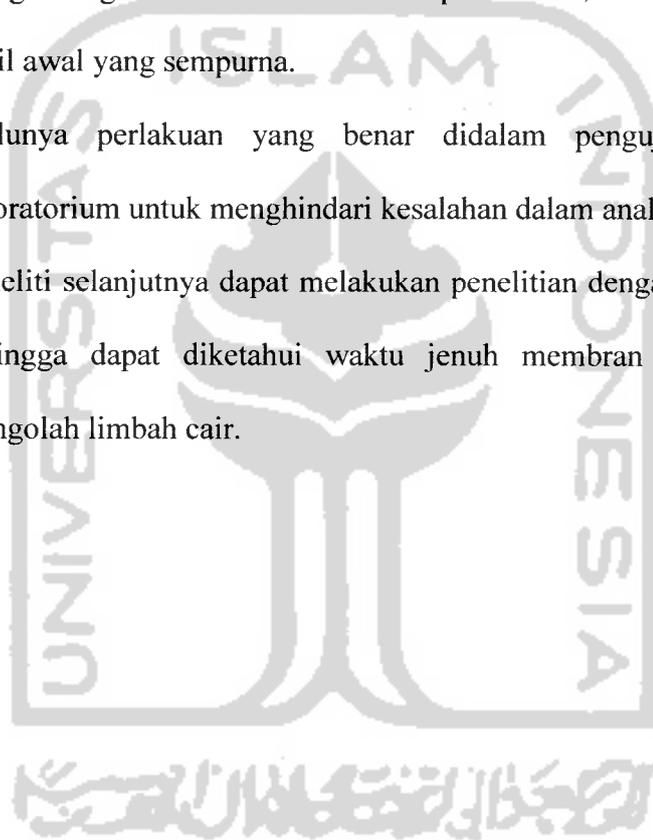
Berdasarkan hasil penelitian, analisis, dan pembahasan, dapat diambil beberapa kesimpulan yang berkaitan dengan penelitian tersebut :

1. Reaktor membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji sebanyak 7,5 % mampu menurunkan konsentrasi COD sebesar 100 % dari 209,9060 mg/L menjadi 0 mg/L dan konsentrasi TDS mengalami penurunan sebesar 53,4979424 % dari 243 mg/L menjadi 113 mg/L.
2. Reaktor membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji sebanyak 10 % mampu menurunkan konsentrasi COD sebesar 98,7549 % dari 148,3530 mg/L menjadi 1,8470 mg/L dan konsentrasi TDS mengalami penurunan sebesar 56,60377358 % dari 530 mg/L menjadi 230 mg/L.
3. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa reaktor membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji sebanyak 7,5 %, mampu menurunkan konsentrasi COD dan TDS secara efektif yaitu sampai dengan 100 % untuk COD dan 53,4979424 % untuk TDS.
4. Membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji sebanyak 7,5 %, mampu menurunkan konsentrasi COD dan TDS secara efektif pada waktu 180 menit. Sedangkan membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji sebanyak 10 %, mampu menurunkan konsentrasi COD secara efektif pada waktu 150 menit dan TDS pada waktu 180 menit.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, analisis, dan pembahasan, penulis dapat memberikan beberapa saran yang berkaitan dengan penelitian tersebut :

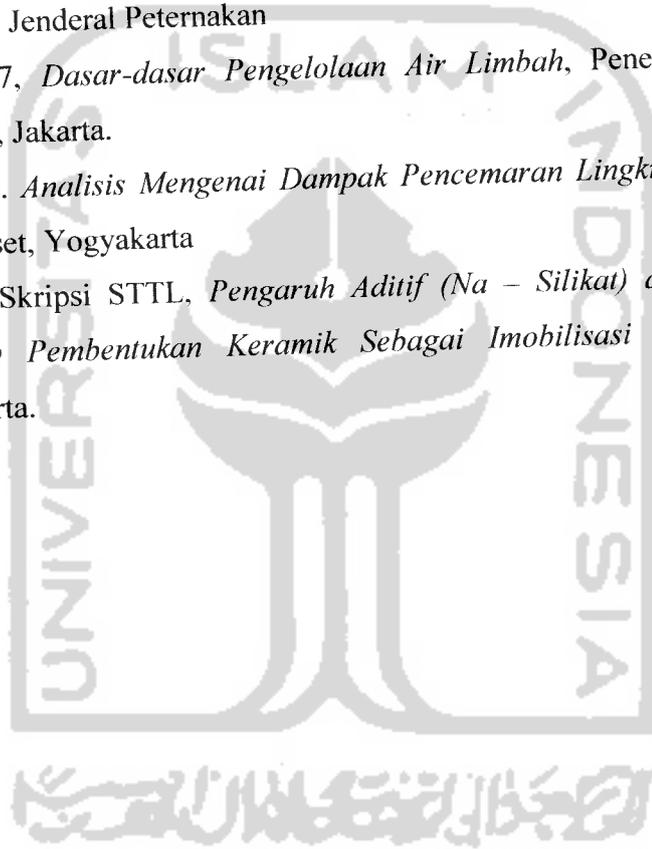
1. Perlu diketahui waktu yang terbaik dalam upaya menghomogenisasikan limbah cair peternakan, sehingga ditemukan hasil awal yang sempurna.
2. Perlunya perlakuan yang benar didalam pengujian sampel di laboratorium untuk menghindari kesalahan dalam analisa data.
3. Peneliti selanjutnya dapat melakukan penelitian dengan variasi waktu, sehingga dapat diketahui waktu jenuh membran keramik dalam mengolah limbah cair.

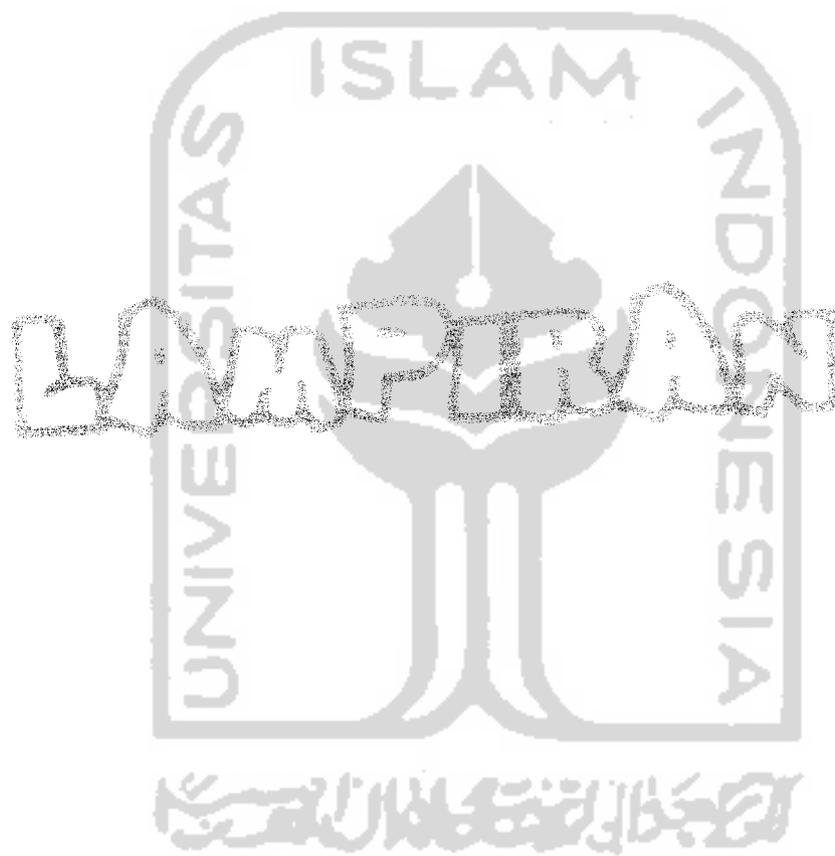


DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts,G. 1984, *Metodologi Penelitian Air*, Usaha Nasional Indonesia, hal. 86-102.149-244
- Alimuddin. *Optimasi Pengolahan Secara Konvensional Air Sungai Karang Mumus dan Pemanfaatan Serbuk gergaji Dalam Pengolahannya*. Diambil dari website . Update 2002. Download 4 April 2006.
- Amsyari, F. 1997, *Prinsip-prinsip Masalah Pencemaran Lingkungan*, Khalia Indonesia, Jakarta hal; 50-52.
- Anonim. 2003, *Pemanfaatan Limbah Ternak Ruminansia Untuk Mengurangi Pencemaran Lingkungan*. Makalah Pengantar Falsafah Sains, Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Diambil dari website Update 2003. Download 03 Oktober 2006.
- APHA, AWWA, WPCF., 1995, *Standart Methods for The Examination of Water and Wastewater*, Washington.
- Charles RT dan Hariono, B. 1991. *Pencemaran Lingkungan oleh Limbah Peternakan dan Pengelolaannya*. Bull.FKH-UGM Vol. X: 2.
- Cristady, H. Hadiyatmo. 2002. *Mekanika Tanah 1, Edisi Kedua*, Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.
- Gunawan, 2005, *Pengelolaan Limbah Cair Usaha Peternakan Sapi Perah Melalui Penerapan Konsep Produksi Bersih.*, Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Vol 8, No 1., Maret 2005.
- Juheini, N dan Sakryanu, KD. 1998. *Perencanaan Sistem Usahatani Terpadu dalam Menunjang Pembangunan Pertanian yang Berkelanjutan : Kasus Kabupaten Magetan, Jawa Timur*. Jurnal Agro Ekonomi (JAE) Vol. 17 (1). Pusat Penelitian Sosial Ekonomi Pertanian. Balitbangtan. Deptan. Jakarta.
- Kasmidjo, R.B, 1991, *Penanganan Limbah Pertanian, Perkebunan dan Industri Pangan*, Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, UGM, Yogyakarta
- Met Calf and Eddy., 1991, *Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse*, Mc Graw Hill, International Edition, Third Edition.

- Prasetyo, S dan Padmono, J. 1993. *Alternatif Pengelolaan Limbah Cair dan Padat RPH*. Prosiding Workshop Teknologi Lingkungan. BPPT. Jakarta.
- Reynolds, T., D., 1982. *Unit Operations and Process in Environmental Engineering*, Texas A&M University, Brooks/Cole Engineering Division, Monterey, California, USA, pp. 165 – 166.
- Soehadji, 1992. *Kebijaksanaan Pemerintah dalam Pengembangan Industri Peternakan dan Penanganan Limbah Peternakan*. Makalah Seminar. Direktorat Jenderal Peternakan
- Sugiharto, 1987, *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah*, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Wardana, 1995. *Analisis Mengenai Dampak Pencemaran Lingkungan*. Penerbit: Andi Offset, Yogyakarta
- Yuliantra, S., Skripsi STTL, *Pengaruh Aditif (Na – Silikat) dan Suhu Bakar Terhadap Pembentukan Keramik Sebagai Imobilisasi Limbah*. STTL, Yogyakarta.





KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO 1	NAMA Mohammad Sofyan	NO MHS 02513096	PRODI Teknik Lingkungan
----------------	--------------------------------	---------------------------	-----------------------------------

JUDUL TUGAS AKHIR : Penentuan COD dan TDS pada limbah Cair Pemukiman Sapt dengan Menggunakan Teknologi Membran Keramik

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 PEMBIMBING I
DOSEN PEMBIMBING II
DOSEN PEMBIMBING III

Ir. H. Kasam, MT
Eko Siswoyo, ST

Yogyakarta, 07 September 2006
Koordinator TA



(Eko Siswoyo, ST)

Gatatan

Seminar
Sidang
Pendadaran

LAMPIRAN I

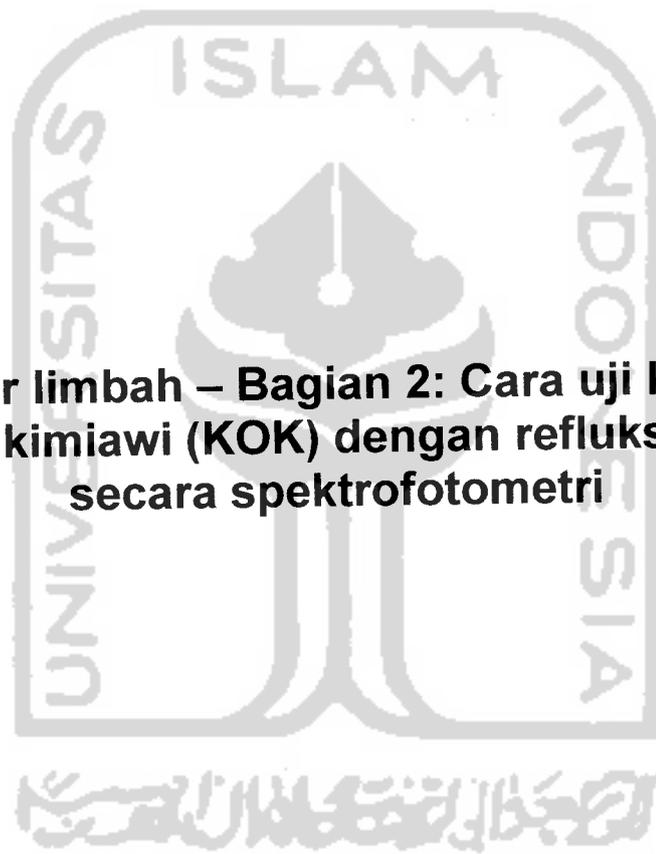
1. SNI 2004-Standar 2 Cara uji kebutuhan oksigen kimiawi (KOK) dengan refluks tertutup secara spektrofotometri.
2. SNI 1991-Standar 2 Metode Pengujian Kualitas Fisik Air SK-SNI M-03-1989-F



CATATAN KONSULTASI PUGAS AKHIR

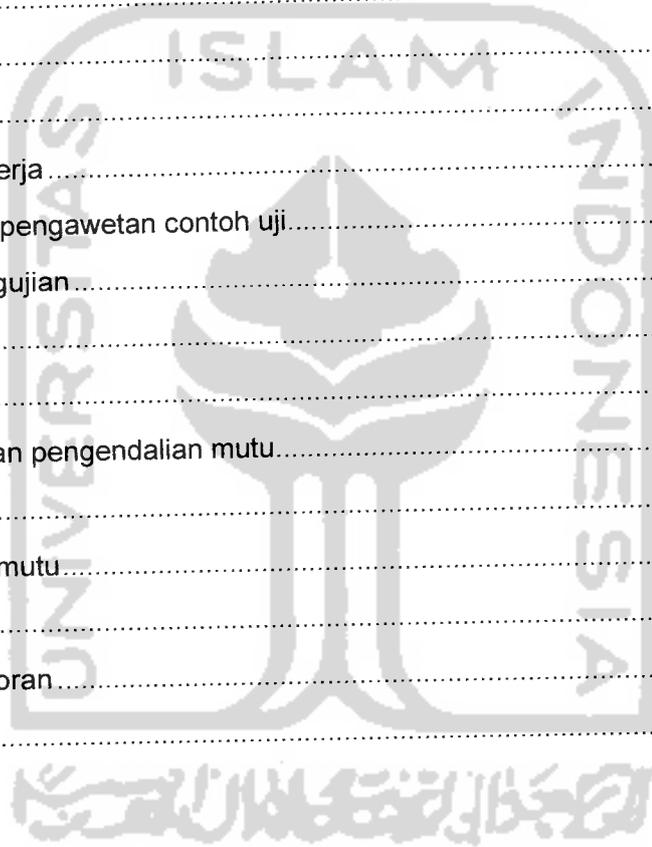
No	Tanggal	Catatan Konsultasi	Pemb	Panda tangan
	27/9'06	<p>Di Cendana, pada Undang-undang peraturan umum kesehatan - Tujuan - prinsip & prosedur - Penjelasan tujuan - Diikuti oleh lembar pengisian lembar pengisian 10/10</p>	Pemb	Pemb
	10/10'06	<p>Penelitian Cetak (maka) terbalik - Abstrak</p>	Pemb	Pemb
	11/10'06	<p>Abstrak dipecah dalam menjabarkan</p>	Pemb	Pemb
	14/10'06	<p>- Ace mhs sidg</p>	Pemb	Pemb

Air dan air limbah – Bagian 2: Cara uji kebutuhan oksigen kimiawi (KOK) dengan refluks tertutup secara spektrofotometri



Daftar isi

Daftar isi	i
Prakata	ii
1 Ruang lingkup	1
2 Istilah dan definisi	1
3 Cara uji	2
3.1 Prinsip	2
3.2 Bahan	2
3.3 Peralatan	3
3.4 Keselamatan kerja	3
3.5 Persiapan dan pengawetan contoh uji	3
3.6 Persiapan pengujian	4
3.7 Prosedur	4
3.8 Perhitungan	4
4 Jaminan mutu dan pengendalian mutu	4
4.1 Jaminan mutu	4
4.2 Pengendalian mutu	5
5 Rekomendasi	5
Lampiran A Pelaporan	6
Bibliografi	7



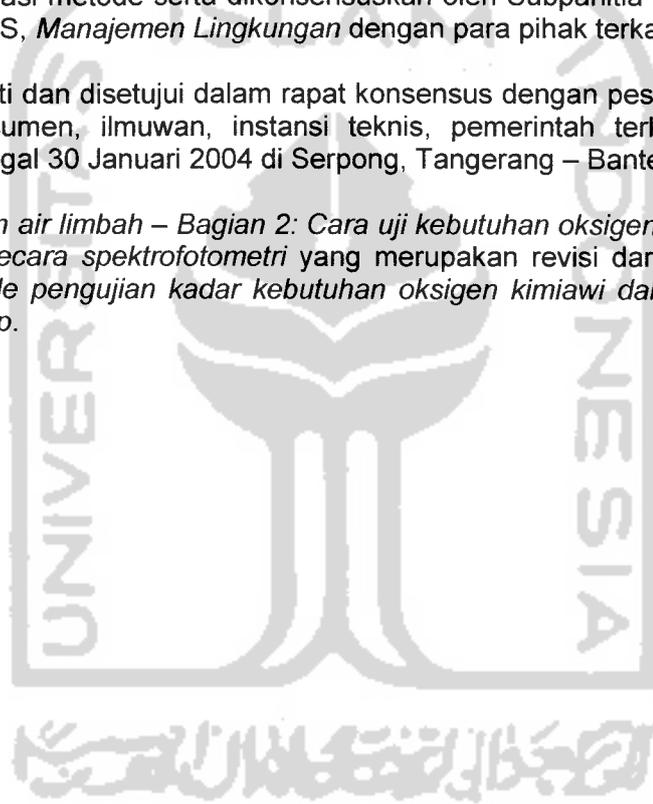
Prakata

Dalam rangka menyeragamkan teknik pengujian kualitas air dan air limbah sebagaimana telah ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air, Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 02 Tahun 1988 tentang Baku Mutu Air dan Nomor 37 Tahun 2003 tentang Metode Analisis Pengujian Kualitas air Permukaan dan Pengambilan Contoh Air Permukaan, maka dibuatlah Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk pengujian parameter-parameter kualitas air dan air limbah sebagaimana yang tercantum didalam Keputusan Menteri tersebut.

Metode ini merupakan hasil kaji ulang dari SNI yang telah kadaluarsa dan menggunakan referensi dari metode standar internasional yaitu *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*. Metode ini telah melalui uji coba di laboratorium pengujian dalam rangka validasi dan verifikasi metode serta dikonsensuskan oleh Subpanitia Teknis Kualitas Air dari Panitia Teknis 207S, *Manajemen Lingkungan* dengan para pihak terkait.

Standar ini telah disepakati dan disetujui dalam rapat konsensus dengan peserta rapat yang mewakili produsen, konsumen, ilmuwan, instansi teknis, pemerintah terkait dari pusat maupun daerah pada tanggal 30 Januari 2004 di Serpong, Tangerang – Banten.

Metode ini berjudul *Air dan air limbah – Bagian 2: Cara uji kebutuhan oksigen kimiawi (KOK) dengan refluks tertutup secara spektrofotometri* yang merupakan revisi dari SNI 06-2504-1991 dengan judul *Metode pengujian kadar kebutuhan oksigen kimiawi dalam air dengan dengan alat refluks tertutup*.



Air dan air limbah – Bagian 2: Cara uji kebutuhan oksigen kimiawi (KOK) dengan refluks tertutup secara spektrofotometri

1 Ruang lingkup

Metode ini digunakan untuk pengujian kebutuhan oksigen kimiawi (KOK) dalam air dan air limbah dengan reduksi $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ secara spektrofotometri pada kisaran nilai KOK 100 mg/L sampai dengan 900 mg/L pada panjang gelombang 600 nm dan nilai KOK lebih kecil 100 mg/L pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 420 nm.

Metode ini digunakan untuk contoh uji air dan air limbah dan tidak berlaku bagi air limbah yang mengandung ion klorida lebih besar dari 2000 mg/L.

2 Istilah dan definisi

2.1

larutan induk

larutan baku kimia yang dibuat dengan kadar tinggi dan akan digunakan untuk membuat larutan baku dengan kadar yang lebih rendah

2.2

larutan baku

larutan induk yang diencerkan dengan air suling bebas organik, dan mempunyai nilai KOK 500 mg/L

2.3

larutan kerja

larutan baku yang diencerkan dengan air suling bebas organik, digunakan untuk membuat kurva kalibrasi dan mempunyai kisaran nilai KOK: 0,0 mg/L; 100 mg/L ; 200 mg/L; 300mg/L; 400mg/L

2.4

larutan blanko atau air suling bebas organik

adalah air suling yang tidak mengandung organik atau mengandung organik dengan kadar lebih rendah dari batas deteksi

2.5

kurva kalibrasi

grafik yang menyatakan hubungan kadar larutan kerja dengan hasil pembacaan absorbansi yang merupakan garis lurus

2.6

blind sample

larutan baku dengan kadar tertentu

2.7

spike matrix

contoh uji yang diperkaya dengan larutan baku dengan kadar tertentu

2.8

SRM (Standard Reference Material)

bahan standar yang tertelusur ke sistem nasional

2.9

CRM (Certified Reference Material)

bahan standar bersertifikat yang tertelusur ke sistem nasional atau internasional

3 Cara uji

3.1 Prinsip

KOK (*Chemical Oxygen Demand* = COD) adalah jumlah oksidan $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ yang bereaksi dengan contoh uji dan dinyatakan sebagai mg O_2 untuk tiap 1000 mL contoh uji.

Senyawa organik dan anorganik, terutama organik dalam contoh uji dioksidasi oleh $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ dalam refluks tertutup menghasilkan Cr^{3+} . Jumlah oksidan yang dibutuhkan dinyatakan dalam ekuivalen oksigen (O_2 mg /L) diukur secara spektrofotometri sinar tampak. $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ kuat mengabsorpsi pada panjang gelombang 400 nm dan Cr^{3+} kuat mengabsorpsi pada panjang gelombang 600 nm.

Untuk nilai KOK 100 mg/L sampai dengan 900 mg/L ditentukan kenaikan Cr^{3+} pada panjang gelombang 600 nm. Pada contoh uji dengan nilai KOK yang lebih tinggi, dilakukan pengenceran terlebih dahulu sebelum pengujian. Untuk nilai KOK lebih kecil atau sama dengan 90 mg/L ditentukan pengurangan konsentrasi $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ pada panjang gelombang 420 nm.

3.2 Bahan

- a) Air suling bebas klorida dan bebas organik.
- b) Larutan pencerna (*digestion solution*) pada kisaran konsentrasi tinggi.
Tambahkan 10,216 g $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ yang telah dikeringkan pada suhu 150°C selama 2 jam ke dalam 500 ml air suling. Tambahkan 167 mL H_2SO_4 pekat dan 33,3 g HgSO_4 . Larutkan, dan dinginkan pada suhu ruang dan encerkan sampai 1000 mL.
- c) Larutan pencerna (*digestion solution*) pada kisaran konsentrasi rendah.
Tambahkan 1,022 g $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ yang telah dikeringkan pada suhu 150°C selama 2 jam ke dalam 500 mL air suling. Tambahkan 167 mL H_2SO_4 pekat dan 33,3 g HgSO_4 . Larutkan, dan dinginkan pada suhu ruang dan encerkan sampai 1000 mL.
- d) Larutan pereaksi asam sulfat
Tambahkan serbuk atau kristal Ag_2SO_4 teknis ke dalam H_2SO_4 pekat dengan perbandingan 5,5 g Ag_2SO_4 untuk tiap satu kg H_2SO_4 pekat atau 10,12 g Ag_2SO_4 untuk tiap 1000 mL H_2SO_4 pekat. Biarkan 1 jam sampai dengan 2 jam sampai larut, aduk.
- e) Asam sulfamat ($\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$).
Digunakan jika gangguan nitrit akan dihilangkan. Tambahkan 10 mg asam sulfamat untuk setiap mg NO_2^- N yang ada dalam contoh uji.
- f) Larutan standar kalium hidrogen phtalat, $\text{HOCC}_6\text{H}_4\text{COOK}$ (KHP).
Gerus perlahan KHP lalu keringkan sampai berat konstan pada suhu 110°C . Larutkan 425 mg KHP ke dalam air suling, encerkan sampai 1000 mL. Secara teori, KHP mempunyai nilai KOK 1,176 mg O_2 /mg KHP dan larutan ini secara teori mempunyai nilai KOK 500 μg O_2 /mL. Larutan ini stabil bila disimpan dalam kondisi dingin. Hati-hati terhadap pertumbuhan biologi. Siapkan dan pindahkan larutan dalam kondisi steril. Sebaiknya larutan ini dipersiapkan setiap 1 minggu.

3.3 Peralatan

- spektrofotometer sinar tampak;
- kuvet;
- tabung pencerna, lebih baik gunakan kultur tabung borosilikat dengan ukuran 16 mm x 100 mm; 20 mm x 150 mm atau 25 mm x 150 mm bertutup ulir. Atau alternatif lain, gunakan ampul borosilikat dengan kapasitas 10 mL (diameter 19 mm sampai dengan 20 mm);
- pemanas dengan lubang-lubang penyangga tabung;
- mikroburet;
- labu ukur 50 mL, 100 mL, 250 mL, 500 mL dan 1000 mL;
- pipet volum 5 mL, 10 mL, 15 mL, 20 mL dan 25 mL;
- gelas piala; dan
- timbangan analitik.

3.4 Keselamatan kerja

Perhatian Selalu gunakan pelindung wajah dan sarung tangan untuk melindungi dari panas dan kemungkinan ledakan tinggi pada suhu 150°C.

3.5 Persiapan dan pengawetan contoh uji

3.5.1 Persiapan contoh uji

- Homogenkan contoh uji.
- Cuci tabung refluks dan tutupnya dengan H₂SO₄ 20% sebelum digunakan.
- Pipet volume contoh uji dan tambahkan larutan pencerna dan tambahkan larutan pereaksi asam sulfat yang memadai ke dalam tabung atau ampul, seperti yang dinyatakan dalam tabel berikut:

Tabel 1 Contoh uji dan larutan pereaksi untuk bermacam-macam tabung pencerna

Tabung pencerna	Contoh uji (mL)	Larutan pencerna (mL)	Larutan pereaksi asam sulfat (mL)	Total volume (mL)
Tabung kultur				
16 x 100 mm	2,50	1,50	3,5	7,5
20 x 150 mm	5,00	3,00	7,0	15,0
25 x 150 mm	10,00	6,00	14,0	30,0
Standar Ampul : 10 ml	2,50	1,50	3,5	7,5

- Tutup tabung dan kocok perlahan sampai homogen.
- Letakkan tabung pada pemanas yang telah dipanaskan pada suhu 150°C, lakukan refluks selama 2 jam.

3.5.2 Pengawetan contoh uji

Contoh uji diawetkan dengan menambahkan H₂SO₄ sampai pH lebih kecil dari 2,0 dan contoh uji disimpan pada pendingin 4°C dengan waktu simpan 7 hari.

3.6 Persiapan pengujian

Pembuatan kurva kalibrasi

- a) Optimalkan alat uji spektrofotometer sesuai petunjuk penggunaan alat untuk pengujian KOK.
- b) Siapkan setidaknya 5 larutan standar KHP ekuivalen dengan KOK untuk mewakili kisaran konsentrasi.
- c) Gunakan volume pereaksi yang sama antara contoh dan larutan standar KHP.
- d) Baca absorbansinya pada panjang gelombang 600 nm atau panjang gelombang 420 nm.
- e) Buat kurva kalibrasi.

3.7 Prosedur

- a) Dinginkan perlahan-lahan contoh yang sudah direfluks sampai suhu ruang untuk mencegah terbentuknya endapan. Jika perlu, saat pendinginan sesekali tutup contoh dibuka untuk mencegah adanya tekanan gas.
- b) Biarkan suspensi mengendap dan pastikan bagian yang akan diukur benar-benar jernih .
- c) Ukur contoh dan larutan standar pada panjang gelombang yang telah ditentukan (420 nm atau 600 nm).
- d) Pada panjang gelombang 600 nm, gunakan blanko yang tidak direfluks sebagai larutan referensi.
- e) Jika konsentrasi KOK lebih kecil atau sama dengan 90 mg/L, lakukan pengukuran pada panjang gelombang 420 nm, gunakan pereaksi air sebagai larutan referensi.
- f) Ukur absorpsi blanko yang tidak direfluks yang mengandung dikromat, dengan pereaksi air sebagai pengganti contoh uji, akan memberikan absorpsi dikromat awal.
- g) Perbedaan absorbansi antara contoh yang direfluks dan yang tidak direfluks adalah pengukuran KOK contoh uji.
- h) Plot perbedaan absorbansi antara blanko yang direfluks dan absorbansi larutan standar yang direfluks terhadap nilai KOK untuk masing-masing standar.
- i) Lakukan analisa duplo.

3.8 Perhitungan

Nilai KOK : sebagai mg /L O₂

- a) Masukkan hasil pembacaan absorbansi contoh uji ke dalam kurva kalibrasi
- b) Nilai KOK adalah hasil pembacaan konsentrasi contoh uji dari kurva kalibrasi.

4 Jaminan mutu dan pengendalian mutu

4.1 Jaminan mutu

- a) Gunakan bahan kimia pro analisa (pa).
- b) Gunakan alat gelas bebas kontaminasi.
- c) Gunakan alat ukur yang terkalibrasi.
- d) Gunakan air suling bebas organik untuk pembuatan blanko dan larutan kerja.
- e) Dikerjakan oleh analis yang kompeten.
- f) Lakukan analisis dalam jangka waktu yang tidak melampaui waktu simpan maksimum 7 hari.

4.2 Pengendalian mutu

- Linieritas kurva kalibrasi (r) harus lebih besar atau sama dengan 0,995.
- Lakukan analisis blanko untuk kontrol kontaminasi. Kandungan organik (nilai KOK) dalam larutan blanko harus lebih kecil dari batas deteksi.
- Lakukan analisis duplo untuk kontrol ketelitian analisis. Perbedaan persen relatif (*Relative Percent Different, RPD*) terhadap dua penentuan (replikasi) adalah lebih kecil atau sama dengan 5%, dengan menggunakan persamaan berikut :

$$RPD = \frac{(X_1 - X_2)}{(X_1 + X_2) / 2} \times 100\%$$

dengan pengertian:

X_1 adalah konsentrasi KOK pada penentuan pertama;
 X_2 adalah konsentrasi KOK pada penentuan ke dua.

Bila nilai RPD lebih besar dari 5%, pengujian harus diulang.

5 Rekomendasi

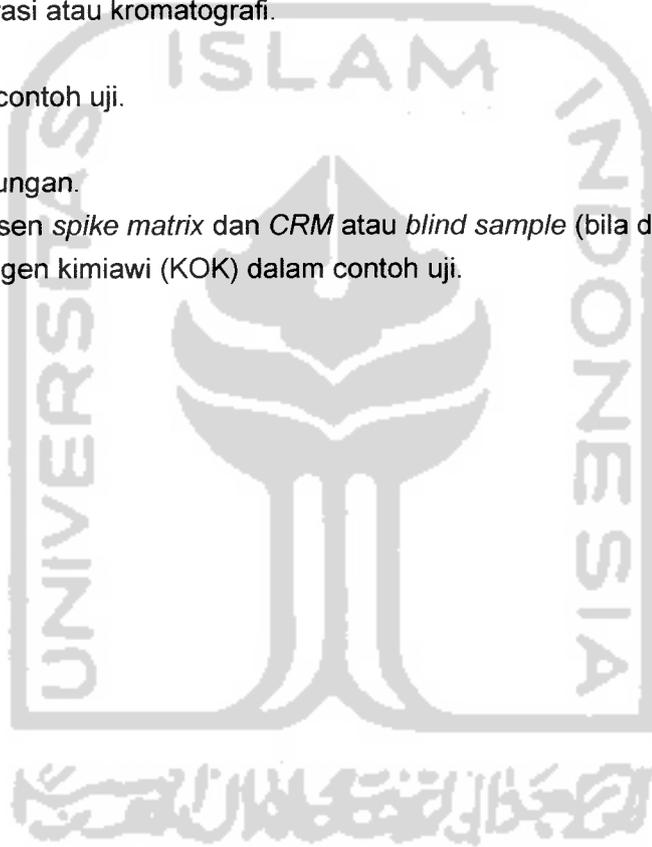
Kontrol akurasi dapat dilakukan dengan salah satu dari berikut ini:

- Analisis SRM.
- Lakukan analisis SRM (*Standard Reference Material*) untuk kontrol akurasi.
- Analisis blind sample.
- Kisaran persen temu balik adalah 85% sampai dengan 115% atau sesuai dengan kriteria dalam sertifikat CRM.
- Buat kartu kendali (*control chart*) untuk akurasi analisis.

Lampiran A
(normatif)
Pelaporan

Catat pada buku kerja hal-hal sebagai berikut.

- 1) Parameter yang dianalisis.
- 2) Nama analisis.
- 3) Tanggal analisis.
- 4) Rekaman hasil pengukuran duplo, triplo dan seterusnya.
- 5) Rekaman kurva kalibrasi atau kromatografi.
- 6) Nomor contoh uji.
- 7) Tanggal penerimaan contoh uji.
- 8) Batas deteksi.
- 9) Rekaman hasil perhitungan.
- 10) Hasil pengukuran persen *spike matrix* dan *CRM* atau *blind sample* (bila dilakukan).
- 11) Kadar kebutuhan oksigen kimiawi (KOK) dalam contoh uji.



Bibliografi

Lenore S.Clesceri et al. "*Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*", 20th Edition, 1998, Metode 5220 D (*Closed Reflux, Colorimetric Method*)



STANDAR

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 "

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

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 simpingannya.

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 :

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

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;
 - (6) ulangi langkah (3) sampai (5) hingga diperoleh berat tetap (kehilangan berat <4%) misalnya A mg.

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 $^{\circ}\text{C}$.

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 $^{\circ}\text{C}$;
- 3) penangas air;

LAMPIRAN II

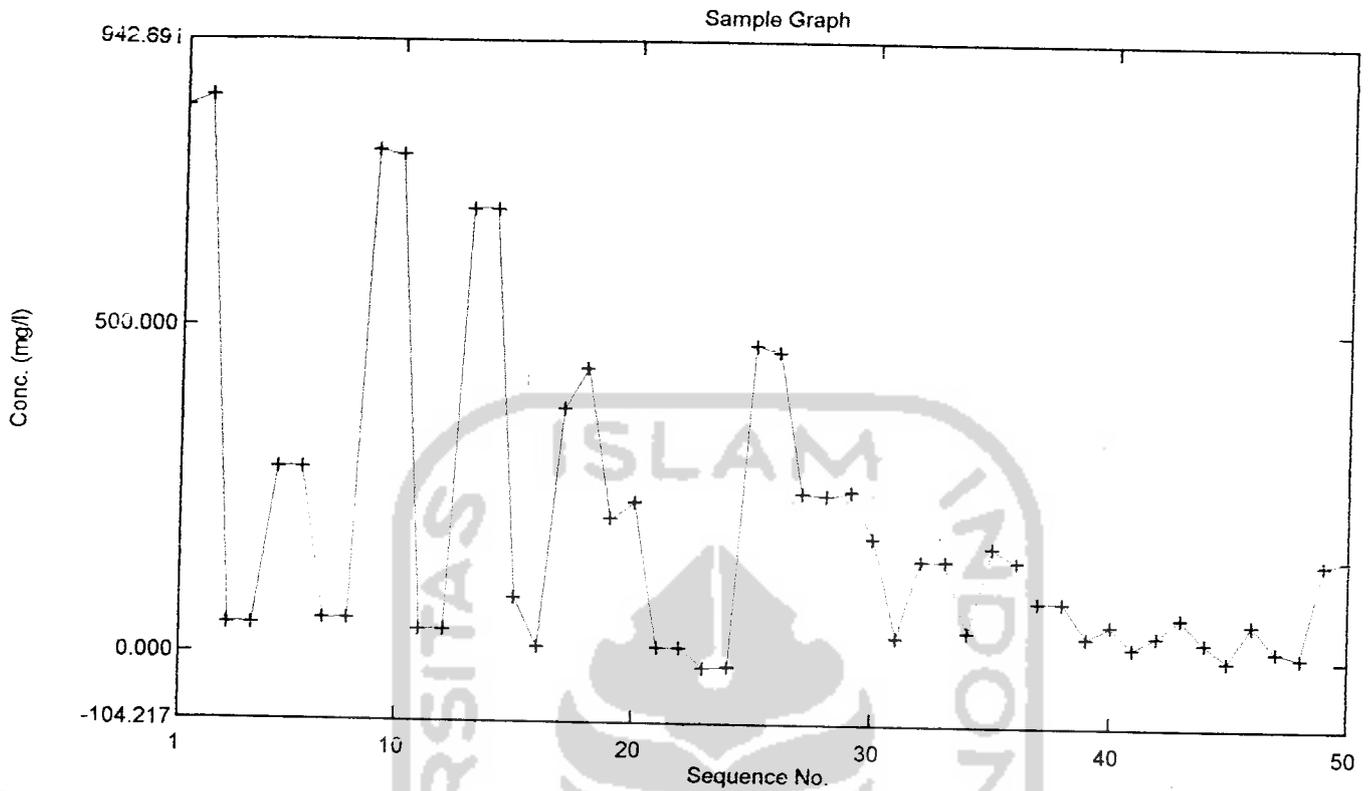
1. Analisa Data Untuk Chemical Oxygen Demand (COD)
2. Analisa Data Untuk Total Dissolved Solid (TDS)



Sample Table Report

07/25/2006 02:35:52 PM

File Name: F:\COD Sofyan.pho



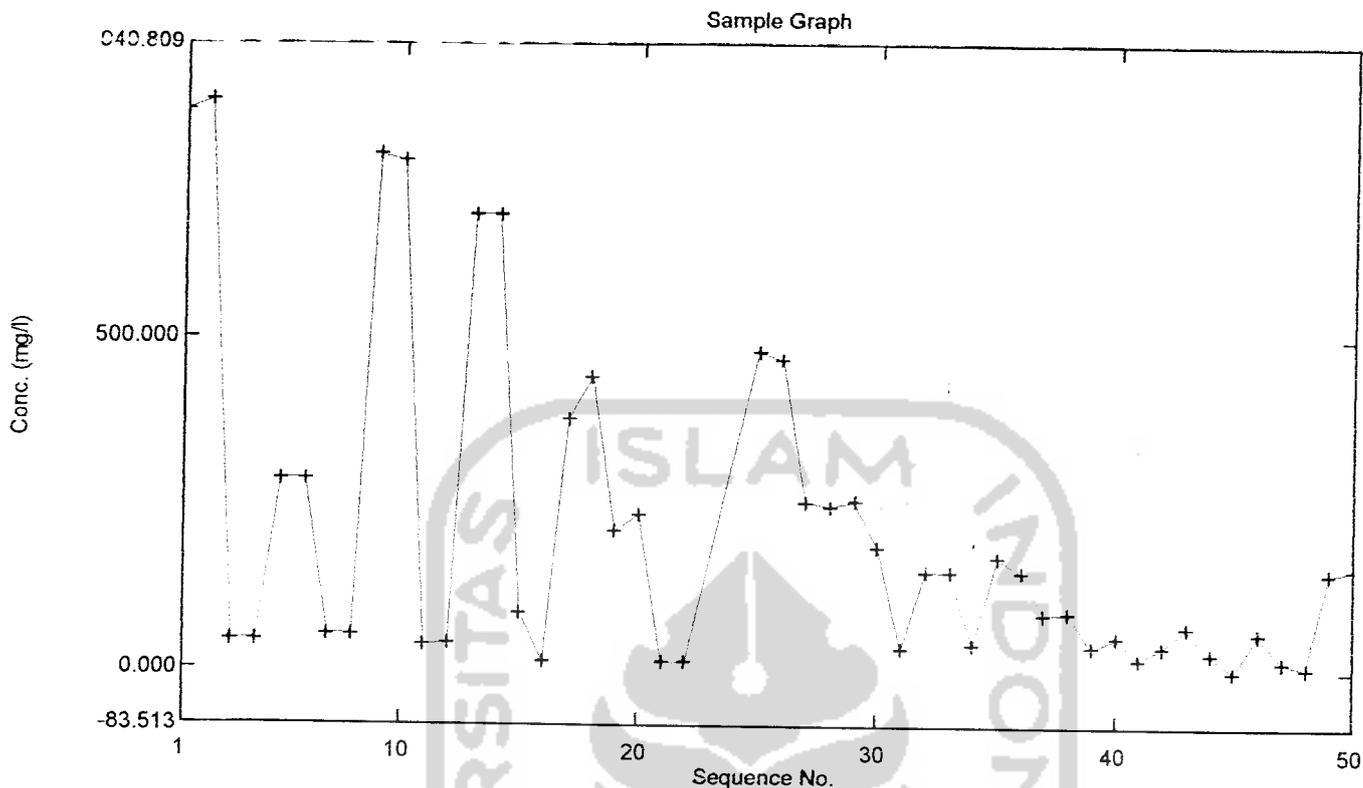
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
1	in 30	Unknown		842.222	0.199	
2	in30.b	Unknown		855.448	0.202	
3	out 30.a	Unknown		44.578	0.008	
4	out 30.b	Unknown		44.578	0.008	
5	in 60.a	Unknown		285.194	0.065	
6	in 60.b	Unknown		286.212	0.066	
7	out 60.a	Unknown		53.226	0.010	
8	out 60.b	Unknown		53.735	0.010	
9	in 90.a	Unknown		773.548	0.183	
10	in 90.b	Unknown		765.408	0.181	
11	out 90.a	Unknown		37.965	0.006	
12	out 90.b	Unknown		38.983	0.006	
13	in 120.a	Unknown		684.525	0.161	
14	in 120.b	Unknown		684.525	0.161	
15	out 120 a	Unknown		86.801	0.018	7,5 %
16	out 120 b	Unknown		12.530	0.000	
17	in 150 a	Unknown		376.252	0.087	
18	in 150 b	Unknown		439.839	0.103	

Sample Table Report

07/20/2006 12:25:53 PM

File Name: F:\12.pho



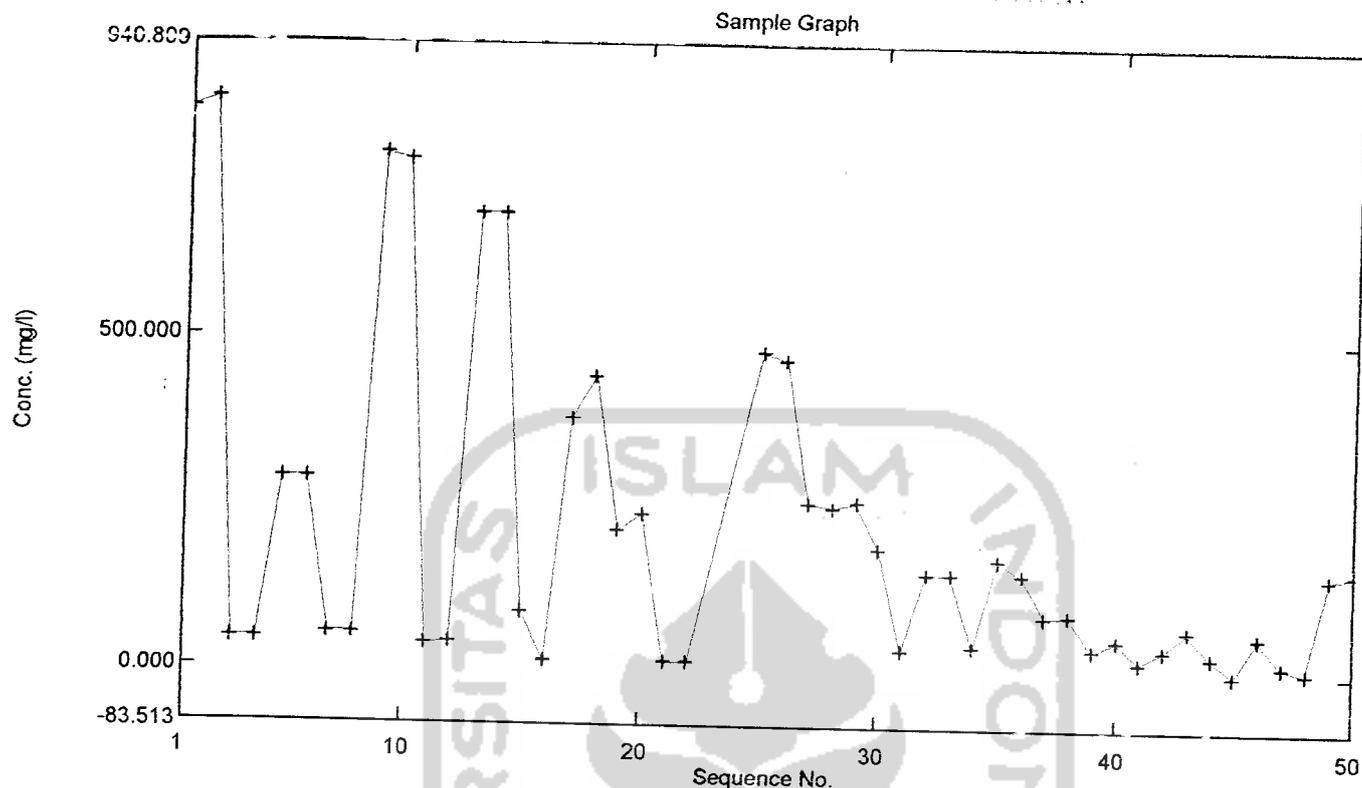
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
19	in 180 a	Unknown		209.906	0.047	
20	in 180 b	Unknown		234.324	0.053	
21	out 150 a	Unknown		12.021	-0.000	
22	out 150 b	Unknown		13.548	0.000	
23	out 180 a	Unknown	✓	-16.975	-0.007	
24	out 180 b	Unknown	✓	-15.957	-0.007	
25	in 30 a	Unknown		477.483	0.112	10 %
26	in 30 b	Unknown		467.309	0.109	
27	in 60 a	Unknown		251.620	0.057	
28	in 60 b	Unknown		246.533	0.056	
29	in 90 a	Unknown		253.655	0.058	
30	in 90 b	Unknown		184.471	0.041	
31	in 120 a	Unknown		32.878	0.005	
32	in 120 b	Unknown		149.371	0.033	
33	in 150 a'	Unknown		148.353	0.033	
34	in 150 b'	Unknown		39.491	0.006	
35	in 180 a'	Unknown		170.736	0.038	
36	in 180 b'	Unknown		148.862	0.033	

Sample Table Report

07/20/2006 12:25:53 PM

File Name: F:\12.pho



Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
37	out 30 a	Unknown		86.801	0.018	
38	out 30 b'	Unknown		88.327	0.018	
39	out 60 a	Unknown		35.930	0.006	
40	out 60 b	Unknown		52.209	0.010	
41	out 90 a	Unknown		20.161	0.002	
42	out 90 b	Unknown		37.965	0.006	
43	out 120 a'	Unknown		56.452	0.013	
44	out 120 b'	Unknown		28.300	0.004	
45	out 150 a'	Unknown		1.847	-0.003	
46	out 150 b'	Unknown		57.296	0.011	
47	out 180 a'	Unknown		16.600	0.001	
48	out 180 b'	Unknown		7.952	-0.001	
49	ul in 150 a*	Unknown		150.388	0.033	
50	ul in 120 b*	Unknown		155.475	0.034	
51						

Uji t untuk COD 7,5 %

Langkah 1 : Membuat H_a dan H_o dalam bentuk kalimat

H_a : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi COD pada inlet dan outlet.

H_o : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi COD pada inlet dan outlet.

Langkah 2 : Membuat H_a dan H_o model statistik

H_a : $\mu_1 \neq \mu_2$

H_o : $\mu_1 = \mu_2$

Langkah 3 : Mencari rata-rata (\bar{X}): standar deviasi (s): varians (S) dan korelasi.

Menit ke-	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	$X_1 * X_2$	X_1^2	X_2^2
30	842,222	44,578	37544,6	709337,9	1987,19808
60	285,194	53,226	15179,7	81335,618	2833,00708
90	773,548	37,965	29367,7	598376,51	1441,34123
120	684,525	86,801	59417,5	468574,48	7534,4136
150	376,252	12,021	4522,93	141565,57	144,504441
180	209,906	0	0	44060,529	0
Σ	3171,647	234,591	146032	2043250,6	13940,4644
\bar{X}_r	528,6078333	39,0985			
Standar Deviasi (s)	270,8110583	30,88141258			
Varians (S)	73338,62928	953,6616427			
Korelasi (r)	0,526742168				

Langkah 4 : Mencari t hitung dengan rumus

$$\frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1}{n_1} + \frac{S_2}{n_2} - 2r \left(\frac{s_1}{\sqrt{n_1}} \right) \left(\frac{s_2}{\sqrt{n_2}} \right)}} = 4,417676393$$

Langkah 5 : Menentukan kaidah pengujian

1. Taraf signifikansinya ($\alpha = 0.05$)
2. $dk = n_1 + n_2 - 2 = 6 + 6 - 2 = 10$
3. Kriteria pengujian dua pihak

jika : $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \leq + t \text{ tabel}$, maka H_0 diterima dan H_a ditolak

Langkah 6 : Membandingkan t tabel dengan t hitung

Ternyata $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \geq + t \text{ tabel}$ atau $-1,812 < 4.4177 > 1,812$,
maka H_0 ditolak dan H_a diterima.

Langkah 7 : Kesimpulan

H_a : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi COD pada inlet dan outlet DITERIMA.

H_0 : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi COD pada inlet dan outlet DITOLAK.

Uji t untuk COD 10 %

Langkah 1 : Membuat Ha dan Ho dalam bentuk kalimat

Ha : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi COD pada inlet dan outlet.

Ho : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi COD pada inlet dan outlet.

Langkah 2 : Membuat Ha dan Ho model statistik

Ha : $\mu 1 \neq \mu 2$

Ho : $\mu 1 = \mu 2$

Langkah 3 : Mencari rata-rata (Xr): standar deviasi (s): varians (S) dan korelasi.

Menit ke-	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	X1*X2	X1^2	X2^2
30	477,483	86,801	41446,00188	227990	7534,41
60	251,62	35,93	9040,7066	63312,6	1290,96
90	253,655	20,161	5113,938455	64340,9	406,466
120	32,878	66,452	2184,808856	1080,96	4415,87
150	148,353	1,847	274,007991	22008,6	3,41141
180	170,736	16,6	2834,2176	29150,8	275,56
Σ	1334,725	227,791	60893,68139	407884	13926,7
Xr	222,4541667	37,96516667			
Standar Deviasi (s)	148,9756479	32,49172465			
Varians (S)	22193,74366	1055,712171			
Korelasi (r)	0,422298339				

Langkah 4 : Mencari t hitung dengan rumus

$$\frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1}{n_1} + \frac{S_2}{n_2} - 2r\left(\frac{s_1}{\sqrt{n_1}}\right) + \left(\frac{s_2}{\sqrt{n_2}}\right)^2}} = 2,978417209$$

Langkah 5 : Menentukan kaidah pengujian

4. Taraf signifikansinya ($\alpha = 0.05$)
5. $dk = n_1 + n_2 - 2 = 6 + 6 - 2 = 10$
6. Kriteria pengujian dua pihak

jika : $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \leq + t \text{ tabel}$, maka H_0 diterima dan H_a ditolak

Langkah 6 : Membandingkan t tabel dengan t hitung

Ternyata $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \geq + t \text{ tabel}$ atau $-1,812 < 2,9784 > 1,812$,
maka H_0 ditolak dan H_a diterima.

Langkah 7 : Kesimpulan

H_a : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi COD pada inlet dan outlet DITERIMA.

H_0 : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi COD pada inlet dan outlet DITOLAK.

Uji t untuk TDS 7,5 %

Langkah 1 : Membuat Ha dan Ho dalam bentuk kalimat

Ha : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TDS pada inlet dan outlet.

Ho : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TDS pada inlet dan outlet.

Langkah 2 : Membuat Ha dan Ho model statistik

Ha : $\mu 1 \neq \mu 2$

Ho : $\mu 1 = \mu 2$

Langkah 3 : Mencari rata-rata (Xr): standar deviasi (s): varians (S) dan korelasi.

Menit ke-	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	X1*X2	X1 ²	X2 ²
30	530	257	136210	280900	66049
60	410	223	91430	168100	49729
90	517	217	112189	267289	47089
120	300	173	51900	90000	29929
150	267	120	32040	71289	14400
180	243	113	27459	59049	12769
Σ	2267	1103	451228	936627	219965
Xr	377,8333333	183,8333333			
Standar Deviasi (s)	126,5534143	58,64611382			
Varians (S)	16015,76667	3439,366667			
Korelasi (r)	0,929088011				

Langkah 4 : Mencari t hitung dengan rumus

$$\frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1}{n_1} + \frac{S_2}{n_2} - 2r\left(\frac{s_1}{\sqrt{n_1}}\right)\left(\frac{s_2}{\sqrt{n_2}}\right)}} = 3,445406744$$

Langkah 5 : Menentukan kaidah pengujian

1. Taraf signifikansinya ($\alpha = 0.05$)
2. $dk = n_1 + n_2 - 2 = 6 + 6 - 2 = 10$
3. Kriteria pengujian dua pihak

jika : $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \leq + t \text{ tabel}$, maka H_0 diterima dan H_a ditolak

Langkah 6 : Membandingkan t tabel dengan t hitung

Ternyata $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \geq + t \text{ tabel}$ atau $-1,812 < 3,4454 > 1,812$,
maka H_0 ditolak dan H_a diterima.

Langkah 7 : Kesimpulan

H_a : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TDS pada inlet dan outlet DITERIMA.

H_0 : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TDS pada inlet dan outlet DITOLAK.

Uji t untuk TDS 10 %

Langkah 1 : Membuat Ha dan Ho dalam bentuk kalimat

Ha : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TDS pada inlet dan outlet.

Ho : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TDS pada inlet dan outlet.

Langkah 2 : Membuat Ha dan Ho model statistik

Ha : $\mu 1 \neq \mu 2$

Ho : $\mu 1 = \mu 2$

Langkah 3 : Mencari rata-rata (Xr): standar deviasi (s): varians (S) dan korelasi.

Menit ke-	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	X1*X2	X1 ²	X2 ²
30	850	720	612000	722500	518400
60	660	610	402600	435600	372100
90	640	590	377600	409600	348100
120	750	360	270000	562500	129600
150	600	300	180000	360000	90000
180	530	230	121900	280900	52900
Σ	4030	2810	1964100	2771100	1511100
Xr	671,6666667	468,3333333			
Standar Deviasi (s)	113,3872421	197,5263695			
Varians (S)	12856,66667	39016,66667			
Korelasi (r)	0,685062896				

Langkah 4 : Mencari t hitung dengan rumus

$$\frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1}{n_1} + \frac{S_2}{n_2} - 2r\left(\frac{s_1}{\sqrt{n_1}}\right)\left(\frac{s_2}{\sqrt{n_2}}\right)}} = 2,184641289$$

LAMPIRAN III

KEPUTUSAN MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP
NOMOR KEP-51/MENLH/10/1995
TENTANG
BAKU MUTU LIMBAH CAIR BAGI KEGIATAN INDUSTRI



KEPUTUSAN
MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP
NOMOR : KEP-51/MENLH/10/1995
TENTANG
BAKU MUTU LIMBAH CAIR BAGI KEGIATAN INDUSTRI
TANGGAL 23 OKTOBER 1995

BAKU MUTU LIMBAH CAIR

NO	PARAMETER	SATUAN	GOLONGAN BAKU MUTU LUMBAH CAIR	
FISIKA				
1	Temperatur	°C	38	40
2	Zat padat larut	mg/L	2000	4000
3	Zat padat tersuspensi	mg/L	200	400
KIMIA				
1	pH		6,0 sampai 9,0	
2	Besi terlarut (Fe)	mg/L	5	10
3	Mangan terlarut (Mn)	mg/L	2	5
4	Barium (Ba)	mg/L	2	3
5	Tembaga (Cu)	mg/L	2	3
6	Seng (Zn)	mg/L	5	10
7	Krom Heksavalen (Cr ⁺⁶)	mg/L	0,1	0,5
8	Krom Total (Cr)	mg/L	0,5	1
9	Cadmium (Cd)	mg/L	0,05	0,1
10	Air Raksa (Hg)	mg/L	0,002	0,005
11	Timbal (Pb)	mg/L	0,1	1
12	Stanum	mg/L	2	3
13	Arsen	mg/L	0,1	0,5
14	Selenium	mg/L	0,05	0,5
15	Nikel (Ni)	mg/L	0,2	0,5
16	Kobalt (Co)	mg/L	0,4	0,6
17	Sianida (CN)	mg/L	0,05	0,5
18	Sulfida (H ₂ S)	mg/L	0,05	0,1

19	Fluorida (F)	mg/L	2	3
20	Klorin bebas (Cl ₂)	mg/L	1	2
21	Amonia bebas (NH ₃ -N)	mg/L	1	5
22	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/L	20	30
23	Nitrit (NO ₂ -N)	mg/L	1	3
24	BOD ₅	mg/L	50	150
25	COD	mg/L	100	300
26	Senyawa aktif biru metilen	mg/L	5	10
27	Fenol	mg/L	0,5	1
28	Minyak Nabati	mg/L	5	10
29	Minyak Mineral	mg/L	10	50
30	Radioaktivitas **)		-	-

Catatan :

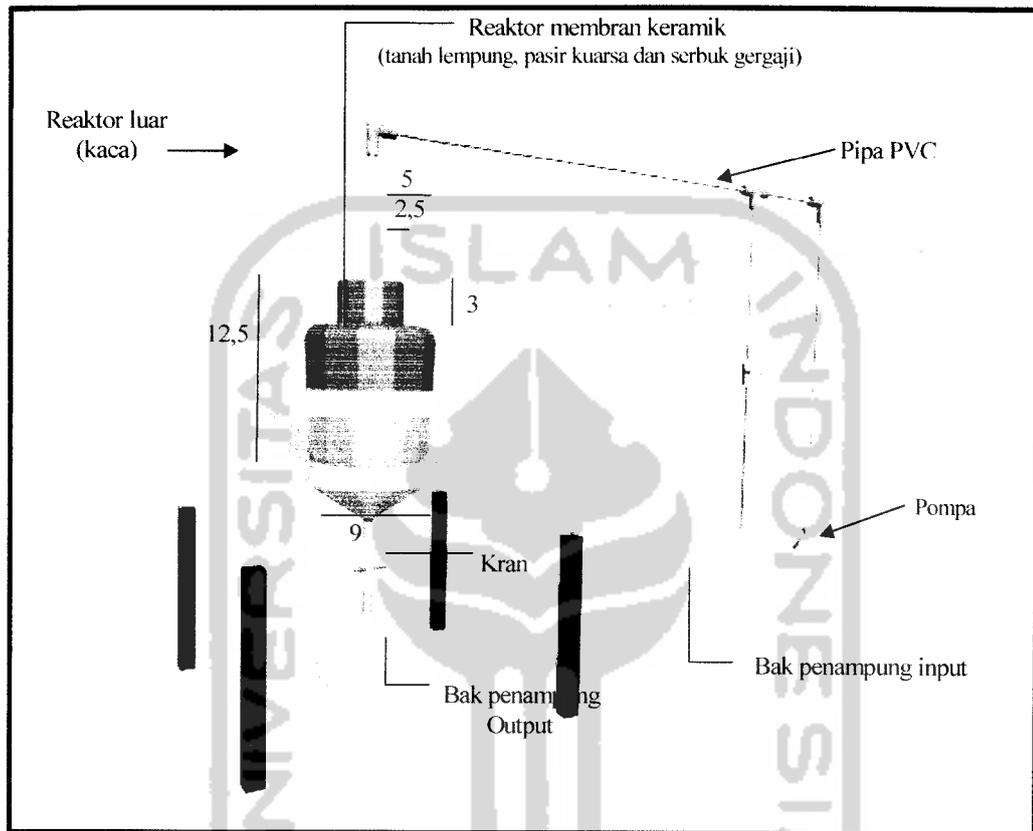
*) Untuk memenuhi baku mutu limbah cair tersebut, kadar parameter limbah tidak diperbolehkan dicapai dengan cara pengenceran dengan air secara langsung diambil dari sumber air. Kadar parameter limbah tersebut adalah limbah maksimum yang diperbolehkan.

***) Kadar radioaktivitas mengikuti peraturan yang berlaku.

LAMPIRAN IV

1. Gambar Desain Reaktor Membran Keramik
2. Dokumentasi Penelitian





UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



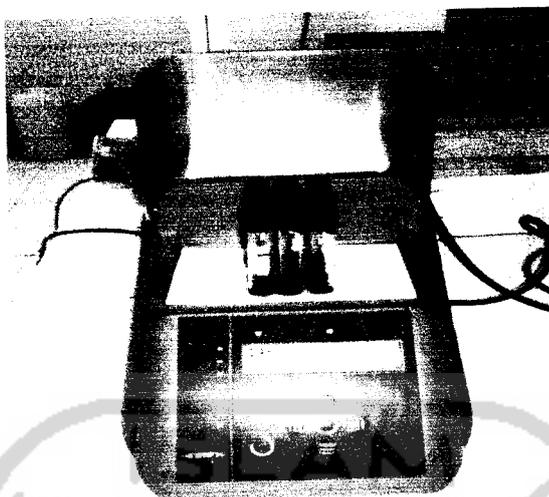
GAMBAR 1. LOKASI PENGAMBILAN SAMPEL



GAMBAR 2. PROSES PENCUCIAN



GAMBAR 3. TEMPAT PENAMPUNGAN SAMPEL



GAMBAR 7. PEMANASAN PADA THERMOREAKTOR



GAMBAR 9. SPEKTRO COD



GAMBAR 10. PROSES PENGERINGAN DI OVEN