

TA/TL/2006/0113

PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HADIAN/BELE	
TGL. TERIMA :	25 April 2007
NO. JUDUL :	022387
NO. INV. :	92002387001
NO. INDIK. :	

**TUGAS AKHIR**

**EFEKTIFITAS ANAEROBIC HORIZONTAL ROUGHING  
FILTER DALAM MENURUNKAN TSS DAN NITRAT  
PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI BATIK**

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Jogjakarta Untuk Memenuhi  
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan



Oleh :

**SRI WAHYUNINGSIH**

01 513 042

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
JOGJAKARTA  
2006**

MILIK PERPUSTAKAAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN  
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

**TUGAS AKHIR**  
**EFEKTIFITAS ANAEROBIK HORIZONTAL**  
**ROUGHING FILTER DALAM MENURUNKAN TSS DAN**  
**NITRAT PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI BATIK**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Jogjakarta Untuk Memenuhi  
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan**

Nama : SRI WAHYUNINGSIH  
No. Mahasiswa : 01 513 042  
Program Studi : Teknik Lingkungan

Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh:

IR. H. KASAM, MT

Dosen Pembimbing I

Tanggal :

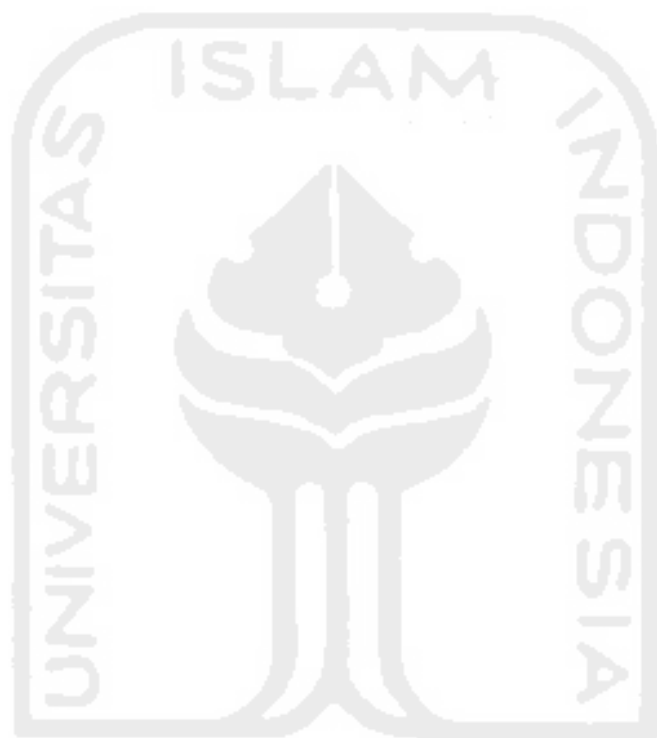
*[Signature]*  
6-9-2006

ANDIK YULIANTO, ST

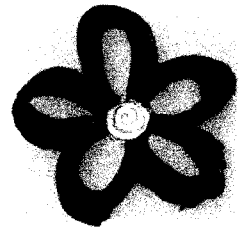
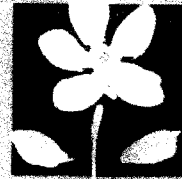
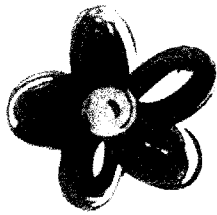
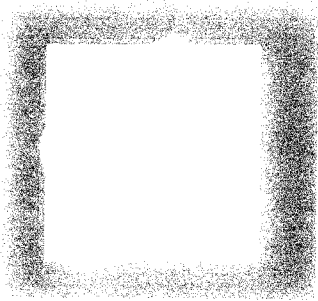
Dosen Pembimbing II

Tanggal

*[Signature]*  
9/9 '06



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



## DAFTAR ISI

1. *Ukuran dan bentuk halaman, margin, dan jarak baris* ..... 1  
 2. *Urutan dan format penulisan daftar isi* ..... 2  
 3. *Ukuran dan bentuk font* ..... 3

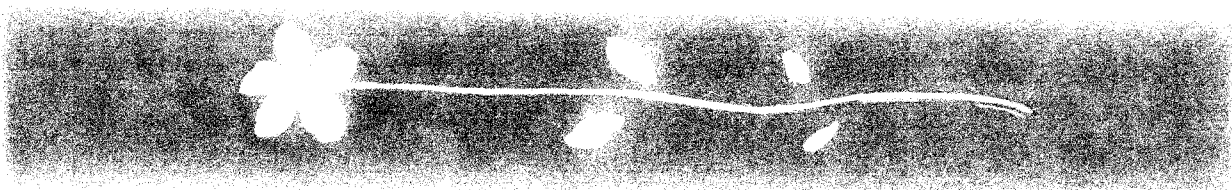
4. *Ukuran dan bentuk font untuk judul dan subjudul* ..... 4  
 5. *Ukuran dan bentuk font untuk nomor urut* ..... 5

6. *Perbedaan penggunaan huruf kapital dan huruf kecil* ..... 6  
 7. *Urutan dan format penulisan daftar isi* ..... 7  
 8. *Ukuran dan bentuk font untuk nomor urut* ..... 8  
 9. *Ukuran dan bentuk font untuk judul dan subjudul* ..... 9

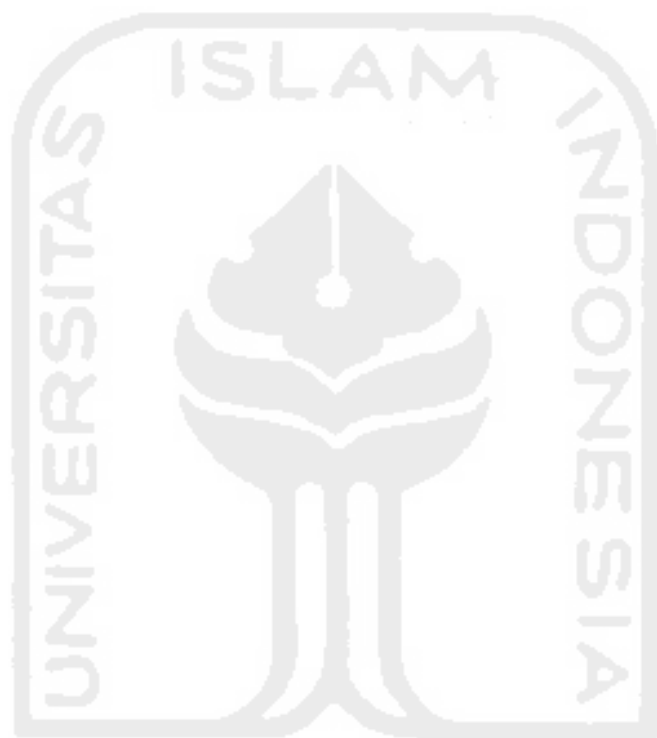
10. *Ukuran dan bentuk font untuk nomor urut* ..... 10  
 11. *Ukuran dan bentuk font untuk judul dan subjudul* ..... 11



12. *Ukuran dan bentuk font untuk nomor urut* ..... 12  
 13. *Ukuran dan bentuk font untuk judul dan subjudul* ..... 13  
 14. *Ukuran dan bentuk font untuk nomor urut* ..... 14







UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Efektifitas *Anaerobic Horizontal Roughing Filter* Dalam Menurunkan TSS dan Nitrat Pada Limbah Cair Industri Batik”.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat mencapai gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa banyak sekali bantuan dan masukan dari berbagai pihak hingga skripsi ini dapat selesai. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang selalu bersamaku, melindungi dan memberikan rahmat-Nya beserta Rasul-Mu, Muhammad SAW yang menjadi teladan dan pembimbingku menuju jalan cahaya.
2. Bapak Luqman Hakim, ST, Msi selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan.
3. Bapak Ir. H. Kasam, MT selaku Dosen Pembimbing I atas bimbingan, kritik, saran dan waktu yang telah diberikan kepada penulis.
4. Bapak Andik Yulianto, ST selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan idenya, pengarahan dan bimbingannya kepada penulis.
5. Bapak Eko Siswoyo, ST selaku Koordinator Tugas Akhir.
6. Bapak Hudori, ST selaku dosen di Jurusan Teknik Lingkungan yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
7. Mas Agus yang telah membantu segala administrasi dan surat-surat.

8. Bapak Tasyono dan Mas Iwan Ardianta selaku laboran di Laboratorium Kualitas Air UII yang telah banyak membantu penulis pada waktu penelitian.
9. Bapak Widyo selaku laboran di Laboratorium Biomanajemen Universitas Atmajaya.
10. Teman-teman di Jurusan Teknik Lingkungan Angkatan 2001 yang telah memberikan bantuan, dukungan dan doanya selama ini.
11. Semua pihak yang telah banyak membantu penulisan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Semoga segala amal kebaikan mendapat balasan dari Allah SWT.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak untuk perbaikan. Akhirnya, semoga dengan segala kekurangan skripsi ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan pada umumnya dan bagi semua pihak yang membutuhkan.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Jogjakarta, September 2006

Penyusun

## ABSTRAK

*Industri batik merupakan salah satu penghasil tekstil yang dibutuhkan masyarakat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk. Dalam proses produksinya, industri batik banyak menggunakan bahan-bahan kimia dan air. Bahan kimia biasanya digunakan pada proses pewarnaan atau pencelupan. Polutan yang terkandung dalam limbah industri batik dapat berupa padatan tersuspensi, padatan teratur, atau zat organik. Karakteristik limbah batik pada umumnya bersifat alkalis, suhu tinggi serta memiliki warna yang pekat. Untuk menghilangkan polutan tersebut, diperlukan suatu pengolahan yang dapat memisahkan atau menurunkan polutan yang terkandung di dalamnya sehingga limbah yang dibuang tidak menyebabkan pencemaran lingkungan. Sebagai salah satu alternatif pengolahan untuk menurunkan konsentrasi pencemar dengan parameter TSS dan Nitrat ini yang dapat dilakukan adalah pengolahan dengan Anaerobic Horizontal Roughing Filter. Roughing Filter merupakan teknologi untuk pengolahan air dengan proses yang sederhana dan efisien untuk memisahkan material padatan dan juga berperan untuk perbaikan kualitas bakteriologis air. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan Anaerobic Horizontal Roughing Filter dalam menurunkan TSS dan Nitrat pada limbah cair industri batik.*

*Penelitian ini menggunakan reaktor Anaerobic Horizontal Roughing Filter dengan media gravel berukuran 15-11 mm. Panjang reaktor adalah  $L = 0,85$  m, lebar  $W = 0,3$  m dan tinggi  $H = 0,25$  m. Setelah dilakukan seeding dan aklimasi, maka air limbah batik dialirkan dan dilakukan pemeriksaan untuk parameter TSS dan Nitrat sesuai dengan ketentuan SNI edisi 1991 dari Bidang Pekerjaan Umum tentang Kualitas Air.*

*Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh bahwa penurunan konsentrasi TSS sebesar 16 – 87,76% dan penurunan konsentrasi Nitrat sebesar 14,97 – 63,49%. Penurunan konsentrasi TSS dapat terjadi karena adanya proses filtrasi pada roughing filter, sedangkan penurunan konsentrasi nitrat terjadi karena adanya proses denitrifikasi, yaitu reduksi ion nitrat menjadi gas nitrogen dalam keadaan anaerobik.*

*Kata Kunci : Limbah batik, Anaerobic Horizontal Roughing Filter, TSS, Nitrat.*

## ABSTRACT

*Industrial of batik represent one of textile producer required by society of along with the increasing of resident amount. In course of its production, batik industry using a lot of chemicals substance and water. Chemicals substance is usually used at process of coloration or dipping. Polutan which implied in the wastewater of industrial batik can be in the form of suspended solid, regular solid, or an organic matter. Characteristic of batik waste generally have the character of the alkalis, high temperature, and also own the condensed colour. To eliminate the the polutan, needed a processing which can separate or degrade the polutan which is consisted in it, so if that waste thrown not cause the environmental contamination. As one of treatment alternative to degrade the concentration of polutant with the parameter TSS and Nitrate can be processing by Anaerobic Horizontal Roughing Filter. Roughing Filter represent the technology for water treatment with the efficient and simple process to dissociate the solid material as well as sharing for the repair of quality bakteriologis water. The purpose of this research is to know ability of Anaerobic Horizontal Roughing Filter to reducing TSS and Nitrat concentration in batik industry wastewater.*

*This research use the reactor of Anaerobic Horizontal Roughing Filter with the medium gravel 15 - 11 mm. Long of reactor is  $L = 0,85$  m, wide of  $W = 0,3$  m and high of  $H = 0,25$  m. After seeding and acclamation, hence the batik wastewater conducted and done by inspection for the parameter of TSS and Nitrate pursuant to SNI edition 1991 from Bidang Pekerjaan Umum about Water Quality.*

*Pursuant to research result, obtained that removal of concentration TSS equal to 16-87,76% and removal of Nitrate concentration equal to 14,97-63,49%. Removal of concentration TSS can be happened caused by filtrasi at Roughing Filter, while removal of Nitrate concentration happened caused by denitrification, that is reduce the nitrate ion become the nitrogen gas in a state of anaerobic.*

*Keyword : Batik Waste, Anaerobic Horizontal Roughing Filter, TSS, Nitrate.*

## DAFTAR ISI

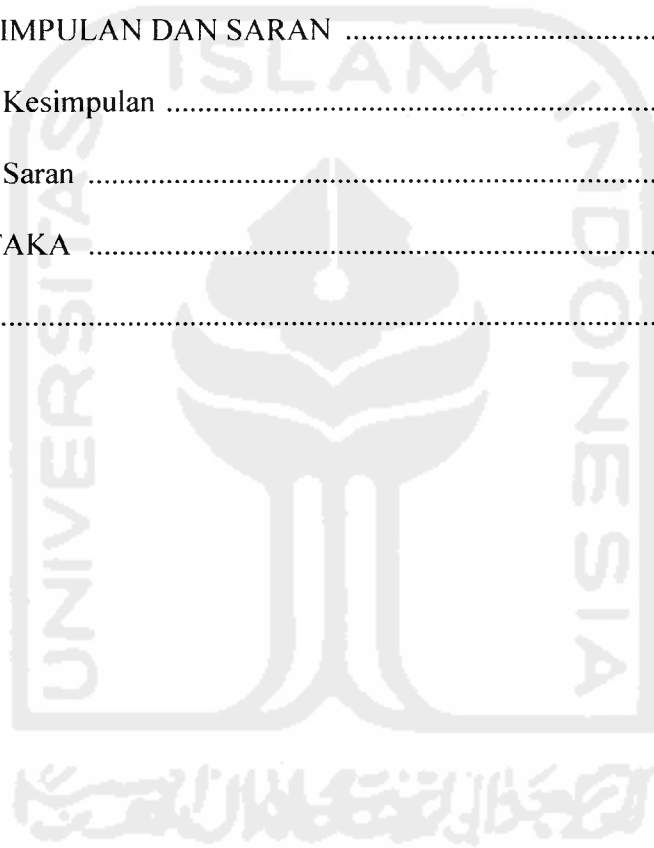
	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
ABSTRAK .....	iii
ABSTRACT .....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
HALAMAN TERIMA KASIH .....	vi
MOTTO .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Manfaat Penelitian .....	3
1.5. Batasan Masalah .....	3

BAB II	TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1.	Batik .....	5
2.2.	Proses Pembuatan Batik .....	5
2.3.	Pencemaran Industri Batik .....	10
2.3.1.	Karakteristik Air Limbah Batik .....	10
2.3.2.	Bahan Pencemar Limbah Batik .....	13
2.3.3.	Pengolahan Air Limbah Batik .....	14
2.3.4.	Proses Pengolahan Air Buangan Secara Anaerobik .....	17
2.3.5.	Faktor-faktor yang Mempengaruhi Proses Anaerobik .....	21
2.3.6.	Pertumbuhan Melekat .....	23
2.3.7.	Denitrifikasi .....	24
2.4.	Pengolahan Air Buangan dengan <i>Roughing Filter</i> .....	25
2.4.1	Latar Belakang dan Aplikasi <i>Roughing Filter</i> .....	25
2.4.2	Teknologi <i>Roughing Filter</i> .....	27
2.4.3	Klasifikasi <i>Roughing Filter</i> .....	29
2.4.4	Bagian Penting dari <i>Rouging Filter</i> .....	31
2.4.5	Teori Dasar Filtrasi .....	33
2.4.6	Variabel Desain .....	35
2.4.7	Proses Biologis dalam <i>Roughing Filter</i> .....	37
2.5.	Parameter-parameter Penelitian .....	38
2.5.1.	TSS ( <i>Total Suspended Solid</i> ) .....	38
2.5.2.	Nitrat (NO <sub>3</sub> ) .....	38

	2.6. Hipotesa .....	40
<b>BAB III</b>	<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>41</b>
	3.1. Lokasi Penelitian .....	41
	3.2. Objek Penelitian .....	41
	3.3. Jenis Penelitian .....	41
	3.4. Kerangka Penelitian .....	42
	3.5. Parameter dan Variabel Penelitian .....	43
	3.5.1. Parameter Penelitian dan Metode Uji.....	43
	3.5.2. Variabel Penelitian .....	44
	3.5.3. Alat yang Digunakan .....	44
	3.6. Tahapan Penelitian .....	44
	3.6.1. Persiapan Alat .....	44
	3.6.2. Proses Seeding .....	44
	3.6.3. Proses Aklimasi .....	45
	3.6.4. Prosedur Penelitian .....	46
	3.6.5. Pemeriksaan Hasil Penelitian .....	47
	3.7. Analisa Data .....	47
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>48</b>
	4.1. Hasil Penelitian .....	48
	4.1.1 Hasil Konsentrasi Nitrat .....	49
	4.2.2 Hasil Konsentrasi TSS .....	50
	4.2. Analisa Data .....	51



4.2.1. Analisa Nitrat .....	51
4.2.2. Analisa <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) .....	52
4.3. Pembahasan .....	53
4.3.1 Nitrat .....	53
4.3.2 <i>Total Suspended Solid</i> (TSS).....	56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	58
5.1. Kesimpulan .....	58
5.2. Saran .....	58
DAFTAR PUSTAKA .....	
LAMPIRAN .....	



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Limbah Cair Industri Batik .....	12
Tabel 2.2 Zat Pencemar dalam Limbah Cair Batik pada Proses Pembuatan Batik .....	13
Tabel 2.3 Klasifikasi Filter .....	30
Tabel 3.1 Parameter Penelitian dan Metode Uji .....	43
Tabel 4.1 Data Konsentrasi Nitrat dan Efisiensinya .....	49
Tabel 4.2 Data Konsentrasi TSS dan Efisiensinya .....	50



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Alur Proses Pembuatan Batik Beserta Limbahnya .....	9
Gambar 2.2 Mekanisme Pengolahan Anaerobik Air Limbah .....	20
Gambar 2.3 Aplikasi dan Konsep dari <i>Roughing Filter</i> .....	28
Gambar 2.4 Lay out Umum dari <i>Roughing Filter</i> .....	29
Gambar 2.5 Bagian Penting dari <i>Roughing Filter</i> .....	31
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	42
Gambar 3.2 Reaktor Penelitian .....	46
Gambar 4.1 Grafik Konsentrasi Nitrat pada Inlet dan Outlet .....	52
Gambar 4.2 Grafik Konsentrasi TSS pada Inlet dan Outlet .....	53

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Analisa Data

Lampiran 2 Desain Reaktor

Lampiran 3 Dokumentasi

Lampiran 4 Baku Mutu Limbah Cair

Lampiran 5 SNI



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 LATAR BELAKANG**

Batik merupakan salah satu jenis hasil kerajinan bangsa Indonesia yang memiliki seni budaya yang tinggi dan luhur. Industri batik merupakan salah satu penghasil tekstil yang dibutuhkan masyarakat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk. Dalam proses produksinya, industri batik banyak menggunakan bahan-bahan kimia dan air. Bahan kimia biasanya digunakan pada proses pewarnaan atau pencelupan. Oleh karena itu limbah yang dihasilkan dan dibuang oleh suatu industri batik dapat menyebabkan pencemaran lingkungan bagi lingkungan sekitar industri batik tersebut.

Polutan yang terkandung dalam limbah industri batik dapat berupa padatan tersuspensi, padatan teratur, atau zat organik. Karakteristik limbah batik pada umumnya bersifat alkalis, suhu tinggi serta memiliki warna yang pekat. Untuk menghilangkan polutan tersebut, diperlukan suatu pengolahan yang dapat memisahkan atau menurunkan polutan yang terkandung di dalamnya sehingga limbah yang dibuang tidak menyebabkan pencemaran lingkungan.

Kandungan padatan tersuspensi yang tinggi pada limbah batik merupakan salah satu penyebab kekeruhan pada air yang tentu saja akan mempengaruhi dari segi estetika air tersebut. Adanya padatan tersuspensi dalam air juga akan mempengaruhi penetrasi sinar matahari ke dalam air sehingga akan mempengaruhi regenerasi oksigen serta fotosintesis.

Dalam limbah batik juga terkandung nitrat. Nitrat merupakan salah satu unsur penting untuk sintesa protein tumbuh-tumbuhan dan hewan akan tetapi nitrat pada konsentrasi yang tinggi dapat menstimulasi pertumbuhan ganggang yang tidak terbatas (bila beberapa syarat lain seperti konsentrasi fosfat dipenuhi), sehingga air kekurangan oksigen terlarut yang dapat menyebabkan kematian ikan. Juga dapat menyebabkan bau busuk dan rasa tidak enak.

Sebagai salah satu alternatif pengolahan untuk menurunkan konsentrasi pencemar dengan parameter TSS dan Nitrat ini yang dapat dilakukan adalah pengolahan dengan *Anaerobic Horizontal Roughing Filter*.

*Roughing Filter* merupakan teknologi untuk pengolahan air yang telah digunakan sejak lama. Penelitian-penelitian tentang *Roughing Filter* terus saja dilakukan sampai saat ini. Seperti pada tahun 1994, Jayalath dan kawan-kawan melakukan penelitian untuk mengolah air permukaan di kota Anuradhapura, Srilangka, dengan menggunakan *Roughing Filter* aliran horizontal yang terdiri tiga kompartemen dengan panjang 1 m dan berisi media granit yang berbeda ukuran. Dan dari penelitian tersebut diperoleh adanya penurunan dari kandungan Alga, kekeruhan dan warna yang banyak terkandung dalam air baku tersebut. Selain itu, CINARA yaitu sebuah institut yang ada di Kolombia juga telah melakukan penelitian tentang efisiensi penurunan dari tipe-tipe aliran *Roughing Filter* yang berbeda. Dan dari penelitian ini diperoleh bahwa *Roughing Filter* aliran horizontal dan aliran upflow memiliki efisiensi penurunan kekeruhan tertinggi yaitu sekitar 85-90% (Martin Wegelin, 1996).

Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan tersebut, maka pada penelitian Tugas Akhir ini untuk mengolah air limbah industri batik akan digunakan *Roughing Filter* aliran horizontal bermedia gravel dengan proses anaerobik untuk menurunkan kandungan TSS dan Nitrat.

Diharapkan dari hasil pengolahan dengan alat ini, konsentrasi pencemar dengan parameter TSS dan Nitrat dapat diturunkan, sehingga apabila dibuang ke badan air tidak akan mencemari badan air tersebut.

## 1.2 RUMUSAN MASALAH

Apakah reaktor *Anaerobic Horizontal Roughing Filter* dapat menurunkan konsentrasi TSS dan Nitrat pada limbah cair industri batik ?

## 1.3 TUJUAN PENELITIAN

Mengetahui kemampuan reaktor *Anaerobic Horizontal Roughing Filter* dalam menurunkan konsentrasi TSS dan Nitrat pada limbah cair industri batik.

## 1.4 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat yang diambil dari penelitian ini adalah diketahuinya kemampuan reaktor *Anaerobic Horizontal Roughing Filter* dalam menurunkan konsentrasi TSS dan Nitrat pada limbah cair industri batik.

## 1.5 BATASAN MASALAH

1. Limbah yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair industri batik Nakula Sadewa
2. Parameter air limbah yang diperiksa adalah TSS dan Nitrat.

3. Media yang digunakan dalam *Anaerobic Horizontal Roughing Filter* adalah gravel dengan ukuran 15-11 mm.
4. Tidak dilakukan pemeriksaan gas metan dan jenis bakteri.
5. Pengaliran air limbah dilakukan secara kontinyu.





## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 BATIK**

Menurut SII (Standar Industri Indonesia), batik adalah bahan tekstil hasil pewarnaan menurut ornament khas motif batik Indonesia, secara pencelupan rintang dengan menggunakan lilin batik sebagai bahan perintang.

Menurut Standar Industri Indonesia (1981), batik dapat dibeda-bedakan berdasarkan proses pembuatannya :

1. Batik tulis : proses pelekatan lilin (membatiknya) dan semuanya dikerjakan dengan canting tulis
2. Batik cap : proses pelekatan lilin dengan canting cap
3. Batik kombinasi : proses pelekatan lilin dikerjakan dengan menggunakan kombinasi canting cap dan canting tulis.
4. Tekstil bermotif batik : *screen print, rotational print, screen print* dengan ditambah proses lilin.

#### **2.2 PROSES PEMBUATAN BATIK**

Yang disebut dengan teknik membuat batik atau pematikan adalah suatu proses pekerjaan dari mori batik menjadi kain batik.

Secara umum proses pematikan terdiri dari 5 tahap, yaitu :

1. Proses persiapan
2. Proses pematikan
3. Proses pewarnaan
4. Proses pelepasan lilin batik

## 5. Proses penyelesaian

Tahapan-tahapan proses pembuatan batik dapat diuraikan sebagai berikut :

### 1. Proses persiapan

a. Proses persiapan bahan baku mori, terdiri dari proses-proses penyediaan mori, perendaman, pengetelan, penganjian tipis, penghalusan permukaan mori, dan pemolaan. Adapun maksud dari tahapan di atas dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Perendaman dan pengetelan, dimaksudkan untuk menstabilkan dimensi, menghilangkan kanji dan zat finish lain;
- Penganjian tipis dilakukan untuk mendapatkan permukaan yang rata sehingga memudahkan proses pematikan dan penghilangan lilin batik;
- Penghalusan permukaan mori dilakukan agar pemolaan dapat lebih mudah dilaksanakan.

b. Proses persiapan bahan baku lilin batik. Lilin batik dibuat dari bermacam-macam bahan yang dicampur menjadi satu dengan perbandingan tertentu sesuai dengan sifat lilin yang dikehendaki. Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan lilin batik terdiri dari gondorukem, damar mata kucing, parafin, lilin tawon, lilin mikro, gajih atau lemak binatang, minyak kelapa, dan lilin batik bekas lorodan, tetapi tidak semua bahan tersebut di atas harus ada dalam pembuatan lilin batik.

Adapun teknik pembuatan lilin batik yaitu bahan-bahan di atas dipanaskan di dalam bejana sambil terus diaduk sehingga bahan mencair dan

homogen, kemudian disaring lalu dituangkan dalam loyang cetakan dan didinginkan. Pada proses pemanasan ini akan timbul uap lilin dan uap.

## 2. Proses Pematikan

Adalah proses pelekatan lilin batik pada mori batik sesuai dengan pola yang diinginkan. Ada dua cara yang dapat dilakukan dalam proses pelekatan lilin batik, yaitu:

a. Pelekatan lilin dengan alat canting tulis, urutan pengerjaannya sebagai berikut :

- Pematikan Klowong
- Pematikan Isen-isen
- Pematikan Tembakan

Ketiga tahap pematikan dengan alat canting tulis dikerjakan pada dua permukaan.

b. Pelekatan lilin dengan alat cap, urutan pengerjaannya sebagai berikut :

- Pencapan Klowong dan Isen-isen
- Pencapan Tembakan

Untuk bahan mori yang tebal dan rapat kedua urutan pencapan dilakukan pada kedua permukaan bahan, sedangkan untuk bahan mori yang tipis pencapan dilakukan hanya pada satu permukaan saja.

## 3. Proses Pewarnaan

Proses pewarnaan batik dilakukan pada suhu kamar dan secara garis besar dilakukan dengan dua cara, yaitu :

- a. Pewarnaan secara coletan, jenis warna yang digunakan antara lain zat warna rapid, zat warna indigosol dan zat warna reaktif.
- b. Pewarnaan secara celupan, zat warna yang digunakan dalam pewarnaan batik secara celupan antara lain zat warna naphthol, zat warna indanthrene, zat warna reaktif dan zat warna soga alam.

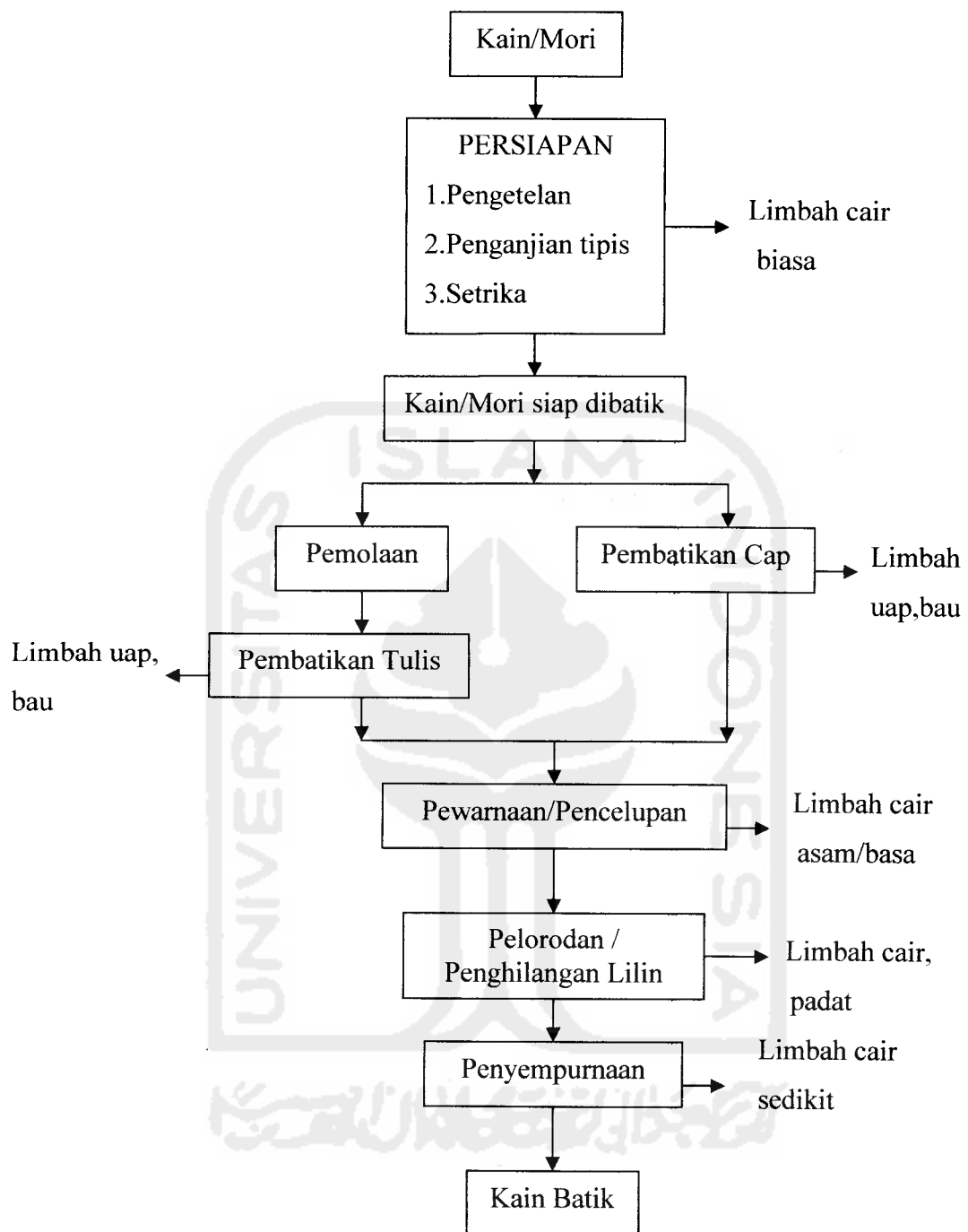
#### 4. Pelepasan lilin Batik

Terdiri dari dua cara pelepasan, yaitu ;

- a. Proses kerokan (proses pelepasan sebagian lilin), adalah proses pelepasan sebagian lilin batik dengan cara dikerok dan untuk penyempurnaan proses ini diperlukan adanya penyikatan dimana terlebih dahulu kain direndam dalam larutan kaustik soda.
- b. Proses lorodan (proses pelepasan seluruh lilin), adalah proses pelepasan lilin batik dengan cara direbus dalam air mendidih yang diberi kanji atau soda natrium silikat tergantung jenis bahan zat warna yang digunakan supaya proses pelepasan lilin secara keseluruhan dapat sempurna.

#### 5. Proses Penyelesaian

Maksud dari proses penyelesaian adalah memperbaiki penampilan produk batik yang dihasilkan, termasuk meningkatkan ketahanan warna dan pengemasan (Anonim, 1985).



Gambar 2.1 Alur proses pembuatan batik beserta limbahnya

Sumber : Anonim, 1997

## 2.3 PENCEMARAN INDUSTRI BATIK

Yang dimaksud dengan air limbah batik adalah kotoran yang berasal dari industri batik yang didalamnya tersusun atas komponen air dan bahan padat yang terdiri dari zat organik dan zat anorganik yang sudah tidak dipergunakan lagi dan berdampak membahayakan kesehatan manusia, merugikan ekonomi, merusak atau membunuh kehidupan dalam air dan dapat merusak keindahan (Sugiharto, 1987).

### 2.3.1 Karakteristik Air Limbah Batik

Karakteristik air limbah dapat digolongkan dalam sifat fisika, kimia, dan biologi, namun untuk limbah cair industri kecil batik biasanya hanya terdiri dari karakteristik fisika dan kimia.

#### 1. Karakteristik fisika

Yang termasuk karakteristik fisik, yaitu :

##### a. Zat padat (solid)

Limbah cair industri batik juga mengandung zat padat. Berdasarkan ukuran partikel, zat padatnya dibedakan dalam padatan terlarut, koloid dan suspensi. Dalam industri batik beberapa zat warna dan zat kimia merupakan padatan terlarut, misalnya : larutan zat warna reaktif, kaustik soda, asam, zat pembasah. Sedang yang merupakan padatan koloid dan tersuspensi misalnya: gabungan zat warna naphthol dan garam Diazo, zat warna Indigosol, Rapid, tapioka, lilin batik.

b. Suhu

Suhu limbah cair batik terutama ditimbulkan dari proses yang menggunakan pemanasan.

c. Bau

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

d. Warna

Warna limbah cair batik terutama ditimbulkan oleh sisa-sisa zat warna yang masih ada dalam bekas larutan proses pencelupan. Selain mengganggu keindahan, beberapa zat warna diduga bersifat racun. Warna pada limbah cair industri batik umumnya sukar dihilangkan. Genangan air berwarna banyak menyerap oksigen terlarut, sehingga lama-kelamaan membuat air berwarna hitam dan berbau.

2. Karakteristik Kimia

Parameter yang termasuk karakteristik kimia dinyatakan dalam indikasi berikut :

a. BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

BOD didefinisikan sebagai jumlah oksigen terlarut dalam air limbah yang dipakai untuk menguraikan sejumlah senyawa organik dengan bantuan mikroorganisme pada kondisi dan waktu tertentu. Pada umumnya waktu untuk penguraian zat organik tersebut diambil lima hari sehingga sering ditulis BOD<sub>5</sub>.

b. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD dapat dipakai sebagai ukuran derajat pencemaran yang ditimbulkan oleh senyawa-senyawa yang sukar diuraikan oleh mikroorganisme.

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  $\text{pH} > 7$ . Air limbah proses pencelupan batik ada yang bersifat asam dan ada yang bersifat basa.

d. Logam berat

Zat warna merupakan senyawa aromatik kompleks yang pada umumnya sukar diurai. Beberapa jenis zat warna mengandung logam-logam berat seperti Cr dan Cu, misalnya zat warna Ergan Soga. Disamping zat warna, beberapa zat pembantu pencelupan juga mengandung unsur-unsur logam berat : senyawa-senyawa khrom asetat, kalium bikromat, kalium permanganat. Zat warna Ergan Soga dan zat-zat pembantu seperti disebut di atas sudah tidak dipakai lagi dalam pembatikan.

Tabel 2.1 Karakteristik Limbah Cair Industri Batik

No	Parameter	Satuan	Nilai	Baku Mutu Kep.Gubernur DIY No:281/KPTS/1998
1	pH	-	5.8	6-9
2	BOD	Mg/l	1260	50
3	COD	Mg/l	3039.7	100
4	TSS	Mg/l	855	200
5	Minyak/lemak	Mg/l	60.0	5
6	Nitrat	Mg/l	82.17	10*



(Sumber : Anonim, 1997)

\*(Standar kualitas air:Surat Keputusan Menteri Negara KLH RI KEP  
03/MENKLH/II/1991)

### 2.3.2 Bahan Pencemar Limbah Batik

Pada setiap proses pembuatan batik akan menimbulkan bahan yang dapat mencemari lingkungan seperti dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2.2. Zat Pencemar dalam Limbah Cair Batik pada Proses Pembuatan Batik

No	Jenis Proses	Zat-zat Pencemar	Bahan Pencemar
1.	Persiapan	Kanji, minyak kacang, soda abu	Rendah ( cair )
2.	Pembatikan	Uap lilin batik	Kontak langsung (gas)
3.	Pewarnaan a. Naphthol b. Indigosol c. Reaktif Dingin d. Rapid e. Indanthreen	Naphthol, garam Diazonium, NaOH, TRO, Kanji Indigosol, NaNO <sub>2</sub> , HCl, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , TRO, Kanji Reaktif, NaCl, Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , Na <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> , TRO, Kation Aktif, Kanji Rapid, NaOH, Kanji Indanthreen, NaOH, Na <sub>2</sub> S <sub>1</sub> O <sub>4</sub> , TRO, NaCl, H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , CH <sub>3</sub> COOH, Kanji	Sangat tinggi (cair)
4.	Pelepasan lilin batik	Lilin batik, minyak, lemak, kaustik soda, soda abu dan kanji.	Tinggi (cair, padat)
5.	Penyelesaian	Kanji, zat resin finishing	Rendah ( cair )

Sumber : Anonim, 1997

### 2.3.3 Pengolahan Air Limbah Batik

Pengolahan air limbah batik merupakan suatu usaha untuk mengurangi konsentrasi bahan pencemar dalam air limbah batik sehingga aman untuk dibuang ke badan air penerima. Sedangkan maksud dan tujuan pengolahan air limbah adalah untuk menghilangkan unsur-unsur pencemar dari limbah dan untuk mendapatkan effluen dari pengolahan yang berkualitas dan dapat diterima oleh badan air tanpa gangguan-gangguan fisik, kimia dan biologi (Sumber : Anonim, 1985)

Ada tiga cara pengolahan air limbah batik berdasarkan karakteristik, yaitu:

#### 1. Pengolahan limbah cair secara fisik

Bertujuan untuk menyisahkan atau memisahkan bahan pencemar tersuspensi atau melayang yang berupa padatan dari dalam air limbah. Pengolahan limbah cair secara fisik pada industri batik misalnya penyaringan dan pengendapan. Proses penyaringan dimaksudkan untuk memisahkan padatan tersuspensi atau padatan terapung yang relatif besar seperti lilin batik, zat-zat warna, zat-zat kimia yang tidak larut dan kotoran-kotoran padat dari limbah cair. Proses penyaringan ini dilakukan sebelum limbah tersebut mendapatkan pengolahan lebih lanjut. Sedangkan proses pengendapan ditujukan untuk memisahkan padatan yang dapat mengendap dengan gaya gravitasi. Unit operasi yang sering digunakan dalam mengolah air buangan secara fisik diantaranya: penyaringan kasar (*screening*), pencampuran (*mixing*), flokulasi (*flocculation*), pengendapan (*sedimentation*), pengapungan (*flotation*), penyaringan (*filtration*), sentrifugal (*centrifugation*).

## 2. Pengolahan limbah cair secara kimia

Bertujuan untuk menghilangkan partikel-partikel yang tidak mudah mengendap (koloid), menetralkan limbah cair dengan cara menambahkan bahan kimia tertentu agar terjadi reaksi kimia untuk menyisahkan bahan polutan. Penambahan zat pengendap disertai dengan pengadukan cepat menyebabkan terjadinya penggumpalan. Hasil akhir pengolahan biasanya merupakan endapan yang kemudian dipisahkan secara fisika. Zat-zat pengendap yang ditambahkan biasanya adalah kapur, Ferro sulfat, Ferri sulfat, Aluminium Sulfat, Ferri Khlorida, dan sebagainya. Macam-macam pengolahan secara kimia diantaranya: netralisasi, koagulasi, dan flokulasi, pengendapan kimiawi ( *precipitation* ), oksida dan atau adsorpsi serta pertukaran ion atau *ion exchange*.

## 3. Pengolahan limbah cair secara biologi

Pengolahan secara biologi ini memanfaatkan mikroorganisme yang berada di dalam air untuk menguraikan bahan-bahan polutan. Dalam hal ini terjadi konversi bahan polutan menjadi sel mikroorganisme sebagai hasil pertumbuhan menjadi gas-gas.

Pengolahan limbah cair secara biologi ini dipandang sebagai pengolahan yang paling murah dan efisien. Pengolahan ini digunakan untuk mengolah air limbah yang *biodegradable*.

Pada dasarnya, reaktor pengolahan secara biologi dapat dibedakan atas dua jenis yaitu:

- a. Reaktor Pertumbuhan Tersuspensi ( *suspended growth reactor* )

Didalam reaktor pertumbuhan tersuspensi, mikroorganisme tumbuh dan berkembang dalam keadaan tersuspensi. Reaktor ini berisi aliran liquid yang akan diolah, kultur media yang digunakan, dan nutrisi seperti Nitrogen dan Fosfor, dan udara atau oksigen jika prosesnya aerobik. Proses lumpur aktif, lagoon dan kolam oksidasi termasuk dalam jenis reaktor pertumbuhan tersuspensi.

b. Reaktor Pertumbuhan melekat (*attached growth reactor*)

Di dalam reaktor ini, mikroorganisme tumbuh di atas media pendukung dengan membentuk lapisan film (biofilm) untuk melekatkan dirinya. Sebagian besar mikroorganisme melekat pada permukaan media dan selalu terjaga di dalam reaktor. Biofilm terbentuk karena adanya interaksi antara bakteri dan permukaan yang ditempelinya. Interaksi ini terjadi dengan adanya faktor-faktor yang meliputi kelembaban permukaan, makanan yang tersedia, pembentukan matrik ekstraseluler yang terdiri dari polisakarida, faktor-faktor fisika-kimia seperti interaksi muatan permukaan dan bakteri, ikatan ion, ikatan Van der Waals, pH dan tegangan permukaan serta pengkondisian permukaan. Ketika mikroorganisme terlepas dari biofilm dan berkembang disekitar liquid, bakteri tersuspensi ini normalnya berperan kecil dalam meremoval substrat.

Umumnya yang sering digunakan untuk pengolahan air limbah secara aerobik yaitu Trickling Filter. Disini air limbah didistribusikan seragam diatas permukaan media.

Aplikasi lain yang umum digunakan untuk mengolah air limbah industri yaitu UASBR (Upflow Anaerobic Sludge Bed Reactor). Ketika dioperasikan mikroorganisme dalam bentuk granula mengendap cepat, dan membantu secara biologi produksi pendukung media untuk tambahan pertumbuhan biologi.

Proses pengolahan secara biologi pada prinsipnya dibedakan menjadi tiga jenis :

- Proses aerob

Proses aerob adalah proses yang berlangsung dengan adanya oksigen.

- Proses anaerob

Proses anaerob adalah proses yang terjadi karena aktifitas mikrobial yang dilakukan pada saat tidak terdapat oksigen bebas (Jennie dan Winiati, 1993).

- Proses fakultatif

Proses fakultatif adalah kombinasi aerobik dan anaerobik pada jenis mikroorganisme berklorofil phytoplankton, ganggang hidup disini. Dengan mengkonsumsi material anorganik dan CO<sub>2</sub> yang dihasilkan bakteri dalam dekomposisi bahan organik (Metcalf and Eddy, 1991).

#### **2.3.4 Proses Pengolahan Air Buangan Secara Anaerobik**

Proses anaerobik adalah proses yang terjadi karena aktivitas mikroba dilakukan pada saat tidak terdapat oksigen bebas. Analognya, proses ini meniru mekanisme proses yang terjadi pada perut binatang yaitu proses pencernaan secara anaerobik. Proses fermentasi yang berlangsung secara anaerobik akan

menghasilkan produk akhir pada kondisi pH netral. Produk akhir yang dihasilkan dari perombakan bahan organik yaitu gas metana ( $\text{CH}_4$ ) dan karbondioksida.

Beberapa alasan yang dipakai untuk penggunaan proses anaerobik dalam penanganan air buangan antara lain adalah tingginya laju reaksi dibandingkan dengan proses aerobik, juga kegunaan dari produk akhirnya, stabilisasi dari komponen organik dan memberikan karakteristik tertentu pada daya ikat air yang menyebabkan produk dapat dikeringkan dengan mudah.

Perombakan bahan organik menjadi metana dan karbondioksida merupakan fermentasi anaerob yang sangat kompleks karena melibatkan peran serta beberapa macam mikroba. Namun secara garis besar mikroba yang berperan pada proses fermentasi anaerob tersebut dapat diklasifikasikan menjadi tiga kelompok, yaitu :

1. Bakteri pembentuk asam (*Acidogenic bacteria*), yang merombak senyawa-senyawa organik menjadi asam – asam organik, karbondioksida, hidrogen,  $\text{NH}_4$ , dan  $\text{H}_2\text{S}$ .
2. Bakteri pembentuk asetat (*Acetogenic bacteria*), yang mengkonversikan asam-asam organik dan senyawa netral yang lebih besar dari metanol menjadi asetat,  $\text{CO}_2$  dan hidrogen.
3. Bakteri penghasil metana, yang berperan dalam konversi asam – asam lemak,  $\text{CO}_2$  dan hidrogen menjadi metana dan  $\text{CO}_2$ .

Bakteri metana adalah bakteri yang memegang peranan penting dan aktif dalam proses perombakan anaerob. Bakteri metana yang telah berhasil diidentifikasi terdiri dari empat genus, yaitu :

1. Bakteri bentuk batang dan tidak membentuk spora dinamakan *Methanobacterium*.
2. Bakteri bentuk batang dan membentuk spora adalah *Methanobacillus*.
3. Bakteri bentuk kokus, yaitu *Methanococcus* atau kelompok yang membagi diri.
4. Bakteri bentuk sarcinae pada sudut 90° dan tumbuh dalam kotak yang terdiri dari 8 sel yaitu *Methanosarcina*.

Keempat jenis bakteri tersebut mampu mengoksidasi Hidrogen dengan menggunakan CO<sub>2</sub> sebagai akseptor elektron.

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



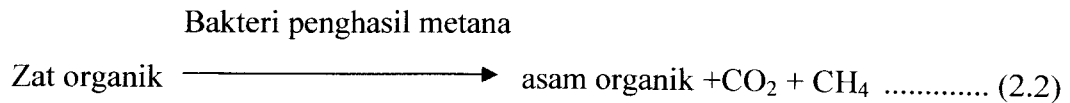
Reaksi tersebut akan menghasilkan energi, sedangkan unsur karbon yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tidak dihasilkan. Kebutuhan karbon dan CO<sub>2</sub> tersebut diperoleh dari substrat atau hasil produksi dari bakteri genus *Methano* yang mempunyai kemampuan penggunaan substrat yang sangat spesifik atau dinamakan " *Substrate specific*".

Pada umumnya air buangan terdiri dari suatu senyawa kompleks. Pengolahan air buangan secara anaerob untuk mengolah senyawa kompleks, menghasilkan produk akhir CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub> meliputi dua tahap yang berbeda, yaitu :

#### 1. Tahap Asidifikasi

Dalam tahap ini, bakteri yang mula-mula aktif adalah kelompok bakteri anaerob yang tahan terhadap kondisi asam. Dalam kondisi asam akan terjadi hidrolisis dan fermentasi zat organik menjadi asam asetat, butirrat, propionat, asam-asam lemak serta sebagian kecil asam format, asam valerat, etanol.

Reaksi yang terjadi pada tahap ini:

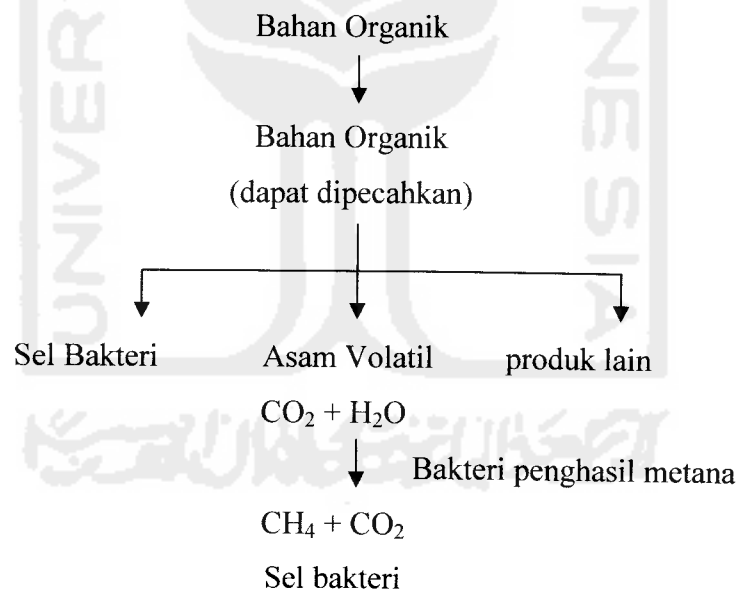
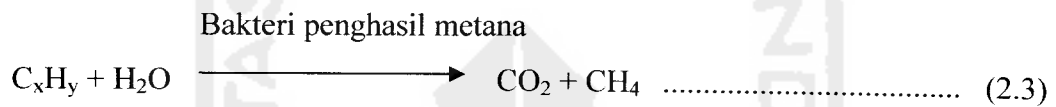


## 2. Tahap Metanasi

Pada tahap ini, selanjutnya terjadi perubahan asam menjadi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{CH}_4$ .

Tahap metanasi ini kelompok bakteri yang berperan aktif adalah kelompok bakteri anaerob.

Reaksi yang terjadi pada tahap ini:



Gbr. 2.2. Mekanisme Pengolahan Anaerobik Air Limbah



### 2.3.5 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Proses Anaerobik

Faktor-faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi proses anaerobik diantaranya:

#### 1. pH

Pengaruh dari perubahan pH terhadap sistem adalah sangat besar, oleh sebab itu perubahan pH yang terjadi harus selalu dimonitor. Hal ini disebabkan karena pada sistem anaerobik, asam organik sudah akan terbentuk pada tahap pertama fermentasi. Apabila proses oksidasi asam organik tersebut lebih lambat dari proses pembentukannya maka dapat dimengerti bila konsentrasi dalam sistem akan meningkat dan mempengaruhi besarnya pH. Pengaturan pH biasanya dilakukan dengan penambahan basa atau kapur hingga pH mencapai 6,5 – 7,5. Bahan-bahan kimia yang bersifat basa yang biasa ditambahkan diantaranya : NaOH, NaHCO<sub>3</sub>, NaCO<sub>3</sub>, ataupun Ca(OH)<sub>2</sub>.

Pada sistem pencernaan (peruraian) lumpur, konsentrasi asam volatil biasanya berkisar antara 200-400 mg/l. Tetapi apabila laju fermentasi Metana turun atau karena sebab lain yang menyebabkan laju pembentukan asam meningkat, maka konsentrasi asam volatil dapat mencapai 4.000-10.000 mg/l atau mengalami peningkatan sekitar 20-100 kali lipat dari kondisi normal. Hal ini tentu saja tidak diinginkan terjadi dalam proses fermentasi anaerobik untuk memproduksi metana.

#### 2. Ion logam

Adanya ion logam yang berlebihan tidak dikehendaki pada proses fermentasi metana, karena akan menyebabkan keracunan bagi mikroba pada konsentrasi

tertentu, tetapi apabila ion logam tersebut konsentrasinya tertentu maka pengaruh yang ditimbulkan adalah pengaruh yang menguntungkan karena memberikan pengaruh stimulasi.

### 3. Suhu

Meskipun asam organik yang terbentuk sangat tinggi dan akan mempengaruhi proses fermentasi metana, namun sebetulnya perubahan asam tersebut tidak sebesar apabila terjadi penurunan suhu pada sistem. Penurunan suhu akan menyebabkan gagalnya proses fermentasi tersebut. Bakteri – bakteri anaerobik yang bersifat mesofilik biasanya dapat tumbuh pada suhu 40°C hingga 45°C. Suhu yang optimum untuk proses fermentasi metana adalah sebesar 37 ° C hingga 40° C, sedangkan pada bakteri yang bersifat termofilik yaitu yang hidup pada kisaran suhu 50° C - 65° C, suhu optimumnya adalah 55° C.

### 4. Nutrisi

Bahan – bahan organik biasanya mengandung nutrisi cukup baik untuk pertumbuhan mikroba. Pada proses anaerobik ini, media yang mempunyai kandungan nutrisi tertentu yang optimum akan sangat mempengaruhi proses. Perbandingan unsur Nitrogen, Karbon dan fosfat layak untuk diperhitungkan yaitu besarnya dalam perbandingan Karbon, Nitrogen dan Fosfat = 150 : 55 : 1 bagian. Kekurangan unsur Nitrogen atau Fosfat dapat ditambah dari luar, yaitu dengan penambahan ammonium fosfat atau ammonium klorida.

Kebutuhan makronutrient pada air buangan yang bersifat asam melalui perbandingan COD : N : P = 1000 : 5 : 1, dan C : N : P = 350 : 5 : 1. Kebutuhan

mikronutrien yang diperlukan untuk pertumbuhan bakteri anorganik yaitu : Ni, Co, Fe, dan Mn.

### **2.3.6 Pertumbuhan Melekat**

Pertumbuhan melekat merupakan proses pengolahan secara biologi, dimana dalam pertumbuhan melekat dapat membentuk lapisan film untuk melekatkan mikroorganisme sehingga dapat tumbuh di atas media pendukung (Djajadiningrat, 1992). Pertumbuhan mikroba akan melekat bila mikroorganisme tumbuh pada medium padat sebagai pendukung dan aliran limbah kontak dengan mikroorganisme (Betty, 1993).

Di Indonesia, media yang ideal adalah materi yang mempunyai surface area yang tinggi per unit volume, biaya murah, berdaya tahan tinggi dan tidak mudah mengalami masa kejenuhan bakteri.

Proses pembentukan pertumbuhan melekat dapat diuraikan sebagai berikut. Bahan organik dalam limbah cair akan merangsang pertumbuhan biologi pada permukaan media. Pertumbuhan mula-mula terbentuk dalam daerah-daerah dimana aliran tidak mencucinya dari media dan akan menyebar ke seluruh media. Bahkan dalam sistem yang hangat pertumbuhan mikroba berlangsung cepat. Dalam proses ini dibutuhkan waktu yang cukup untuk pertumbuhan mikroba menjadi mapan dalam penyaring serta terjadinya kondisi penampilan yang seimbang. Periode ini dapat terjadi antara 4 sampai 6 minggu.

Setelah lapisan mikroba pada media telah mapan, limbah cair yang dialirkan akan membentuk gelombang turbulen di antara limbah dan lapisan cairan dalam permukaan mikroba.

Bahan organik dalam limbah dipindahkan ke dalam lapisan cairan dan produk hasil metabolisme dipindahkan dari lapisan cairan ke dalam limbah. Perpindahan ini berlangsung secara kontinyu sesuai dengan kedalaman media.

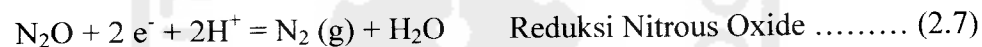
Lapisan luar mikroorganisme terkena lapisan cairan yang terikat dan memecah sebagian besar limbah. Oleh karena hanya permukaan lapisan mikroba yang mendapat sebagian besar makanan dan oksigen, mikroorganisme yang terikat pertumbuhan mikroba pada media mati dan diangkut dari media oleh aliran limbah. Pertumbuhan mikroba menjadi mapan kembali dalam daerah dimana pertumbuhan yang lebih tua dihilangkan, daur ini berlangsung secara kontinyu (Betty, 1993).

### 2.3.7 Denitrifikasi

Denitrifikasi adalah reduksi nitrat nitrogen ( $\text{NO}_3^- \text{N}$ ) sebagai penyedia terminal hidrogen akseptor untuk respirasi mikrobial dalam ketidakhadiran molekul oksigen. Ini adalah alternatif untuk reduksi oksigen, lalu kemudian ini dinamakan respirasi anaerobik (Grady&Lim, 1980). Bakteri yang dapat digunakan untuk denitrifikasi adalah heterotrof dan autotrof. Organisme heterotrof meliputi jenis: *Achromobacter*, *Acinetobacter*, *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Chromobacterium*, *Corynebacterium*, *Flavobacterium*, *Hypomicrobium*, *Moraxella*, *Neisseria*, *Paracoccus*, *Propionibacterium*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Rhodopseudomonas*, *Spirillum*, dan *Vibrio*. Kebanyakan dari bakteri ini adalah organisme fakultatif aerobik dengan kemampuan untuk menggunakan oksigen sebaik nitrat atau nitrit, dan beberapa juga bisa melakukan fermentasi dalam ketidakhadiran nitrat atau oksigen. Bakteri autotrof lainnya yang bisa

mendenitrifikasi menggunakan hidrogen dan mengurangi senyawa sulfur sebagai elektron donor selama denitrifikasi. Kedua jenis organisme dapat tumbuh secara heterotrof jika sumber karbon organik tersedia (Metcalf & Eddy, 2003).

Proses denitrifikasi melalui beberapa langkah dimana nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) secara bertahap direduksi menjadi nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ), nitric oxide (NO), nitrous oxide ( $\text{N}_2\text{O}$ ), dan gas  $\text{N}_2$ . Setiap setengah reaksi dan katalisasi enzim ditunjukkan berikut ini.



## 2.4 PENGOLAHAN AIR BUANGAN DENGAN *ROUGHING FILTER*

### 2.4.1 Latar Belakang dan Aplikasi *Roughing Filter*

Pengolahan air buangan umumnya membutuhkan setidaknya dua tahap pengolahan. Langkah pertama, biasa disebut pretreatment, bertujuan untuk meremoval padatan. Prefiltrasi dengan *Roughing Filter* adalah proses yang sederhana dan efisien untuk memisahkan material padatan. Bagaimanapun, *Roughing Filter* juga berperan untuk perbaikan kualitas bakteriologis air. Tahap ke-dua, biasa dipertimbangkan sebagai pengolahan utama, diaplikasikan terutama untuk meremoval atau menghancurkan sisa mikroorganisme dengan *Slow Sand Filter* dan klorinasi.

*Slow Sand Filter* diaplikasikan pada pengolahan air permukaan yang secara efektif memperbaiki kualitas mikrobiologi air. Bagaimanapun, aplikasi yang efisien pada proses pengolahan ini memerlukan air baku dengan kekeruhan

yang rendah. Oleh karena itu, pretreatment pada air permukaan yang mengandung beban material padatan yang tinggi sangat dibutuhkan. Flokulasi kimia yang dikombinasikan dengan sedimentasi untuk memisahkan material padatan umumnya tidak dapat diterapkan pada penyediaan air perkotaan di negara berkembang karena beberapa alasan, seperti tidak tersedianya bahan kimia, tidak cukupnya peralatan, sulitnya prosedur operasi dan pemeliharaan, serta kurangnya tenaga ahli dan operator yang berpengalaman.

Prefiltrasi tidak hanya sederhana, efisien dan alternatif pengolahan yang bebas bahan kimia yang diaplikasikan terutama untuk memisahkan material padatan, tapi juga dapat memperbaiki kualitas mikrobiologi air. Prefilter yang berisi material kasar dengan fraksi yang berbeda disebut *Roughing Filter*. Sekarang, *Roughing Filter* biasa diprioritaskan sebagai teknologi pretreatment untuk penyediaan air perkotaan.

Macam-macam tipe filter telah dikembangkan untuk melihat perbedaan kualitas air baku. Intake dan filter dinamis sering digunakan sebagai langkah pertama pretreatment, kemudian diikuti oleh *Roughing Filter* yang dioperasikan dengan aliran vertikal atau aliran horizontal. Filter ini biasanya dibersihkan secara hidrolis dengan pengurasan filter cepat. Sesuai dengan konsep *multiple barrier*, rangkaian prefiltrasi yang berbeda yang diaplikasikan seringkali merupakan pilihan yang paling efektif dalam hal biaya untuk memisahkan padatan dan juga metode yang efisien untuk memperbaiki kualitas mikrobiologi air.

Prefilter dan *Roughing Filter* sering digunakan secara ekstensif pada bangunan penyediaan air di beberapa negara berkembang dan juga untuk

bangunan air tanah di negara industri. Pengalaman kerja menunjukkan bahwa intake filter mampu mereduksi kandungan material padatan 50-70% dan *Roughing Filter* mampu mereduksi partikel mencapai 90% atau lebih. Lebih jauh lagi, prefilter dan *Roughing filter* mampu memperbaiki kualitas mikrobiologi air; mereduksi *faecal coliform*. Filter juga dapat mereduksi warna sampai beberapa tingkat, bahan organik terlarut dan beberapa substansi lainnya yang terdapat pada air permukaan. Namun, suspensi koloid yang stabil dengan jumlah besar susah untuk diolah dengan *Roughing Filter* dan biasanya membutuhkan penambahan koagulan.

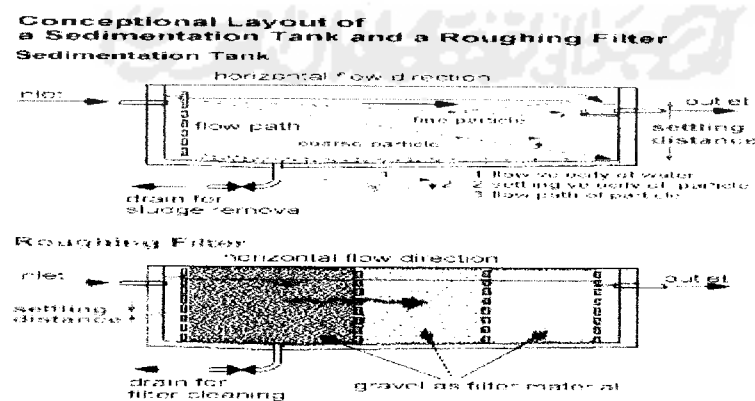
Prefilter dan *Roughing Filter* yang dikombinasikan dengan *Slow Sand Filter* dapat dipercaya, memungkinkan dan terutama sekali merupakan metode pengolahan yang cocok untuk negara berkembang. Namun, implementasi dengan satu teknologi saja akan memungkinkan kegagalan, seperti hardware harus selalu dilengkapi dengan software. Oleh karena itu, sangatlah penting untuk melibatkan pengguna di masa depan sebanyak mungkin dalam tahap perencanaan, untuk mencukupi operator bangunan pengolahan dan juga untuk menyediakan pendukung *post-project* yang akan berkontribusi untuk menambah proses pengolahan yang cocok untuk dikembangkan.

#### **2.4.2 Teknologi *Roughing Filter***

Kualitas air limbah bisa diperbaiki secara signifikan saat disaring melalui gravel dan lapisan pasir. Seperti digambarkan pada gambar 2.3, efisiensi removal padatan pada tangki akan meningkat drastis untuk mengurangi jarak pengendapan pada material gravel. Material padatan pada tangki sedimentasi biasa harus

mencapai pengendapan vertikal pada jarak 1-3 meter sebelum dasar tangki. Kemudian, tangki sedimentasi yang sama diisi dengan material rough filter berukuran 20-4 mm. Padatan solid yang sama melewati filter dan menyentuh permukaan gravel setelah beberapa milimeter. Oleh karena itu, *roughing filter* lebih efektif daripada sedimentasi biasa karena dapat mengurangi jarak pengendapan karena adanya material filter.

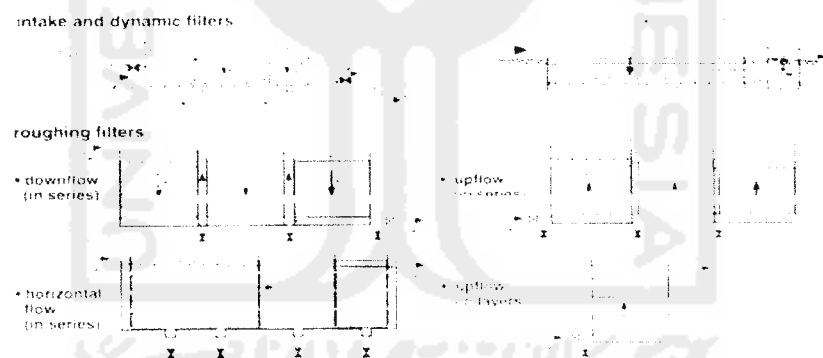
Desain dan aplikasi prefilter sangat beragam. Perbedaan tipe filter diklasifikasikan berdasarkan lokasinya dalam rencana penyediaan air, tujuan utama dan arah aliran. Intake dan filter dinamis, merupakan bagian dari struktur intake air, berbeda dari *Roughing Filter* sebenarnya yang biasanya ditempatkan pada bangunan pengolahan air. Seperti digambarkan pada gambar 2.4, *Roughing Filter* dibuat dengan variasi aliran turun, naik dan horizontal. Maka, filter aliran vertikal bisa diklasifikasikan berdasarkan pada cara dimana lapisan gravel dipasang. Perbedaan fraksi gravel dari *Roughing Filter* "secara urut" dipasang pada kompartemen terpisah, sementara itu *Roughing Filter* "berlapis-lapis" ditempatkan di atas tiap-tiap kompartemen yang sama.



Gambar 2.3. Aplikasi dan konsep dari Roughing Filter



*Roughing filter* biasanya terdiri dari material filter dengan ukuran yang berbeda dan secara berturut-turut mengecil searah dengan aliran. Bagian terbesar padatan dipisahkan oleh media filter kasar yang ditempatkan setelah inlet. Yang berikutnya adalah media medium dan media filter yang lebih halus selanjutnya akan mengurangi konsentrasi padatan tersuspensi. Media filter dari *Roughing Filter* terdiri dari material yang relatif kasar berukuran 25-4 mm. Gravel umumnya digunakan sebagai media filter. Efisiensi removal padatan secara signifikan hanya bisa dicapai pada kondisi aliran laminer sejak sedimentasi merupakan proses utama pada penyaringan kasar. Oleh karena itu, *Roughing Filter* dioperasikan pada beban hidroulik yang kecil. Kecepatan filtrasi biasanya berkisar 0,3- 1,5 m/h.



Gambar 2.4. Lay out umum dari Roughing Filter

### 2.4.3 Klasifikasi *Roughing Filter*

Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.3, filter dapat digolongkan berdasarkan ukuran material filter dan kecepatan filtrasi dengan kategori *Rock filter*, *Roughing Filter*, saringan pasir cepat dan saringan pasir lambat. *Roughing*

*Filter*, menggunakan gravel sebagai media filter yang dioperasikan tanpa bahan kimia, dan tidak membutuhkan perlengkapan mekanik untuk operasi dan pemeliharaan. Namun begitu, desain dan aplikasinya sangat beragam. Perbedaan dari tipe *Roughing Filter* diklasifikasikan berdasarkan dibawah ini:

1. Lokasi dan suplai air
2. Tujuan aplikasi
3. Arah aliran
4. Desain filter
5. Teknik pembersihan filter

Tabel 2.3. Klasifikasi Filter

Tipe filter	Ukuran Material Filter (dig [mm])	Kecepatan Viltrasi (VF [m/h])
rock filter	> 50 mm	1 - 5 m/h
roughing filter	20 - 4 mm	0.3 - 1,5 m/h
rapid sand filter	4 - 1 mm	5 - 15 m/h
slow sand filter	0.35 - 0.15 mm	0.1 - 0.2 m/h

*Roughing Filter* biasanya ditempatkan di pabrik penanganan dan digunakan sebagai pretreatment akhir sebelum proses saringan pasir lambat. Filter ini dapat dioperasikan sebagai up flow, down flow atau horizontal flow filter. Perbedaan fraksi gravel dari *Roughing Filter* dipasang dengan kompartemen pemisah dan dioperasikan secara seri, atau perbedaan ukuran gravel ditempatkan di lapisan berurutan pada kompartemen yang sama.

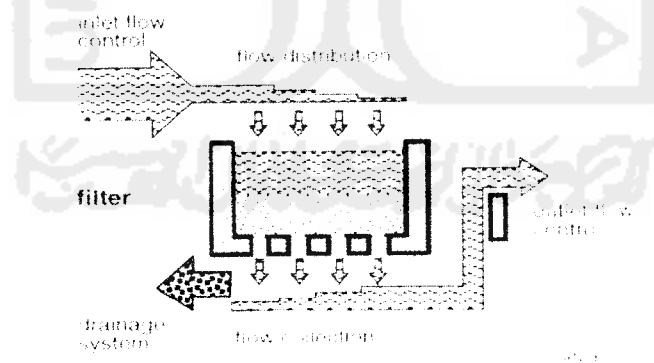
Pembersihan filter dilakukan secara manual atau hidraulik, tergantung pada bentuk padatan di filter. Gravel pada filter biasanya dibersihkan secara

manual dengan cara menggosok bagian atas dari filter dengan sekop atau penggaruk, dan membilas padatan tersuspensi dari filter.

#### 2.4.4 Bagian Penting dari Roughing Filter

Perbedaan instalasi diperlukan untuk mengontrol dan mencukupi operasi dan pemeliharaan filter. Bagian penting dari filter adalah bagian yang terdiri dari material filter. Suatu filter terdiri dari 6 unsur, seperti yang terlihat pada gambar 2.5, yaitu:

1. Kontrol aliran inlet.
2. Distribusi Air Baku.
3. Filter.
4. Penampungan Air Olahan.
5. Kontrol Aliran Outlet.
6. Sistem Drainase



Gambar 2.5. Bagian Penting dari Roughing Filter

### 1. Kontrol aliran inlet

Aliran masuk ke sebuah filter harus dikurangi untuk mempertahankan kecepatan agar kondisi alirannya konstan sehingga dapat mencapai operasi filter yang efisien.

### 2. Distribusi Air Baku

Pendistribusian air baku di filter harus homogen untuk mencapai kondisi aliran yang seragam pada filter. Oleh karena itu, aliran dari pipa atau saluran harus didistribusikan secara merata ke seluruh permukaan filter.

### 3. Filter

Filter terdiri dari struktur kedap air yang berisi material filter. Bentuk kotak filter normalnya persegi panjang dengan dinding vertikal. Tetapi hal ini tergantung dari teknik konstruksinya, tangki sirkular dan dinding yang miring juga bisa dibangun. Gravel disekitar sungai atau pecahan batu-batu dengan ujung atau teri yang tajam biasanya digunakan sebagai material filter, meskipun banyak dari tipe material yang tahan terhadap kecepatan mekanik, tidak larut, dan tidak mengurangi kualitas air bila mengenai warna atau bau, dapat digunakan sebagai media filter.

### 4. Penampungan Air Olahan

Harusnya juga seragam ke seluruh filter. Air yang tidak merata akan mengurangi efisiensi filter dan menyebabkan korsleting hidrolis yang tidak diinginkan. Pada aliran horizontal, konstruksi dengan dinding

berlubang pada outlet chamber merupakan hal penting untuk pengumpulan dari air yang diolah.

#### 5. Kontrol Aliran Outlet

Kontrol aliran outlet mencegah dasar filter agar tidak mengering. Pembersihan secara hidroulik dari suatu *Roughing Filter* yang telah kering berisi padatan yang terakumulasi sangat sulit meskipun itu bukan tugas yang tidak mungkin dilakukan. Karena itu, semua *Roughing Filter* harus dioperasikan di bawah kondisi jenuh. Sebuah bendungan dan pipa effluent aerasi mempertahankan air diatas level filter bed. Lagi pula, sebuah bendungan V-Notch bisa digunakan untuk pengukuran pada outlet filter.

#### 6. Sistem Drainase

Sistem drainase dari roughing Filter disiapkan untuk 2 (dua) tujuan, yaitu:

1. Untuk pembersihan filter secara hidraulik
2. Untuk melengkapi dari kegiatan pemeliharaan atau perbaikan

#### 2.4.5 Teori Dasar Filtrasi

Removal padatan ditahan oleh Roughing Filter merupakan proses yang sangat kompleks, meliputi sedimentasi, proses biologis dan adsorpsi seperti halnya aktivitas biokimia. Pada dasarnya, padatan yang menempel pada permukaan harus diangkut sebelum hal tersebut mungkin diubah oleh proses biologi dan biokomia.

a. Mekanisme Transportasi

- Proses penyaringan berfungsi untuk memindahkan partikel/unsur yang lebih besar daripada pori-pori pada alas saringan.
- Sedimentasi memisahkan partikel/unsur padatan yang bisa mengendap karena adanya gaya gravitasi. Kecepatan pengendapan dipengaruhi oleh kepadatan massa, ukuran dan bentuk partikel, sebagaimana sifat merekat dan kondisi hidrolis di dalam air.
- Intersepsi diuraikan sebagai suatu proses yang meningkatkan perpindahan partikel /unsur melalui pengurangan yang berangsur-angsur pada ukuran pori-pori disebabkan oleh material yang terkumpul.
- Kekuatan hidrodinamik adalah yang bertanggung jawab pada air di dalam saringan agar air mengalir secara terus-menerus melalui pori-pori dan tidak tergenang. Air harus melingkupi semua gravel yang terdapat pada saringan. Pola alirannya tidak lurus, tetapi membentuk kurva di sekitar butir gravel.

b. Mekanisme Pengikatan

Gaya tarik menarik dan gaya elektrostatis adalah suatu kombinasi dua kekuatan yang sering disebut adsorpsi, memungkinkan partikel untuk tetap berhubungan dengan partikel lainnya dan material saringan. Gaya tarik menarik massa (gaya Van der Waals) dan atraksi berlawanan elektrikalnya diisi partikel-partikel (gaya lapisan dobel) sangat banyak berkurang dengan terus meningkatnya jarak antara partikel tersebut. Di Roughing Filter,

kekuatan ini penting untuk menahan partikel yang diendapkan bersama-sama pada permukaan butir.

Aktivitas biologi akan dikembangkan di dalam saringan ketika partikel asal organik ditampung pada media saringan. Bakteri dan mikroorganisme lain akan membentuk suatu lapisan yang licin dan lengket di sekitar kerikil atau bisa membangun suatu rantai yang besar material organik yang mengapung di dalam pori-pori material saringan. Gaya elektrostatis dan tarik menarik antar massa seperti halnya aktivitas biologi membuat partikel tinggal pada media yang ditampung itu.

c. Mekanisme Transformasi

Oksidasi biokimia dimulai untuk mengkonversi bahan organik ke dalam kumpulan yang lebih kecil dan akhirnya ke dalam air, karbondioksida dan garam tidak beraturan. Bagian dari bahan terlarut juga diperlakukan dalam reaksi biokimia ini. Kekeruhan dan warna juga mengalami perubahan.

Karenanya, aktivitas biologi pada Roughing Filter tidak hanya efisien di dalam pemindahan partikel padat tetapi juga di dalam meningkatkan bahan kimiawinya dan mutu air pada mikrobiologinya.

#### 2.4.6 Variabel Desain

Desain *Roughing Filter* mempunyai 3 target, yaitu :

1. Mengurangi kekeruhan dan konsentrasi SS ( mg/l).
2. Menghasilkan Q output spesifik setiap hari ( $m^3/s$ ).

3. Menyediakan operasional yang cukup selama satu periode yang telah ditentukan  $T_i$  (hari/minggu).

Kriteria Desain :

1. Kecepatan filtrasi  $V_f$  (m/jam), umumnya berkisar antara 0.3-1 m/jam.
2. Ukuran rata-rata  $d_{g1}$  (mm) dari setiap media filter, biasanya antara 20-4 mm. Fraksi media filter dapat dilihat pada tabel 3, direkomendasikan seragam.
3. Panjang  $l_i$  (m) dari setiap media spesifik filter  
Setiap panjang  $l_i$  dari material filter tergantung pada tipe filter. Kedalaman dari upflow dan downflow *Roughing Filter* dibatasi oleh batasan struktural, umumnya antara 80 dan 120 cm. Panjang *horizontal flow Roughing Filter* dalam hal ini tidak dibatasi, tetapi panjang normalnya 5 dan 7 m.
4. Angka  $n_1$  dari fraksi filter  
Angka  $n_1$  dari fraksi filter bergantung juga pada tipe filter. Pada *Roughing Filter* biasanya terdiri dari 3 fraksi gravel. Akan tetapi, secara individual panjang filter  $l_i$  dari *Roughing Filter* sering di desain dengan rasio 3:2:1.
5. Tinggi  $H$  (m) dari luas permukaan filter ( $A$  ( $m^2$ ))  
Tergantung pada aspek struktural dan operasional. Direkomendasikan 1-2 m untuk menghindarkan dari masalah ketinggian air. Kedalaman 1 m juga diperbolehkan agar bila menggunakan pembersihan filter secara manual dilakukan dengan mudah untuk memindahkan material filter. Lebar filter harus tidak melebihi 4-5 m dan luas permukaan untuk *vertical flow filter* harus tidak lebih besar dari 25-30  $m^2$  atau 4-6  $m^2$  untuk *horizontal flow Roughing Filter*.



#### 2.4.7 Proses Biologis dalam *Roughing Filter*

Proses yang terjadi pada *roughing filter* serupa dengan *trickling filter*. Kandungan bahan organik di dalam air buangan didegradasikan oleh sejumlah mikroorganisme pada media filter. Bahan organik diadsorb ke dalam lapisan *slime*, sedang degradasi secara aerob terjadi pada lapisan luar *slime*. Seiring dengan pertumbuhan mikroorganisme, maka ketebalan *slime*-pun meningkat. Oksigen terdifusi telah habis dikonsumsi sebelum sempat mencapai bagian dalam media, karenanya lingkungan anaerobik terdapat pada bagian sebelah dalam media.

Semakin menebalnya lapisan *slime* menyebabkan bahan organik teradsorpsi dan mengalami metabolisme sebelum mencapai mikroorganisme pada permukaan media, sebagai akibatnya mikroorganisme tidak memperoleh sumber organik eksternal untuk sel karbon dan mikroorganisme mengalami fase *endogenous* lalu kehilangan kemampuan menempel pada media. Air yang mengalir akan menggerus lapisan *slime* untuk selanjutnya terbentuk lapisan *slime* baru. Keadaan dimana tergerus inilah yang dikenal sebagai *clogging*.

Komunitas biologis yang hidup di dalam filter terdiri dari mikroorganisme perintis baik aerobik, anaerobik maupun fakultatif, juga terdapat bakteri, jamur, algae dan protozoa. Mikroorganisme tingkat tinggi yang terdapat adalah serangga, larva, siput dan cacing. Namun bakteri fakultatif merupakan mikroorganisme paling dominan yang biasa hidup dalam *trickling filter*. Spesies bakteri yang umum ditemukan di dalam siklus degradasi aerob dan anaerob di dalam *trickling filter* adalah *Flayobacterium*, *pseudomonas* dan *Alcaligenes*.

## 2.5 PARAMETER - PARAMETER PENELITIAN

Parameter-parameter yang diteliti dalam penelitian ini antara lain :

### 2.5.1 TSS ( Total Suspended Solid )

TSS ( Total Suspended Solid ) adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat langsung mengendap, terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen, misalnya tanah liat, bahan-bahan organik tertentu, sel-sel mikroorganisme, dan sebagainya. Misalnya, air permukaan mengandung tanah liat dalam bentuk suspensi yang dapat bertahan sampai berbulan-bulan, kecuali jika keseimbangannya terganggu oleh zat-zat lain, sehingga mengakibatkan terjadinya penggumpalan yang kemudian diikuti dengan pengendapan.

Kekeruhan air disebabkan oleh zat padat yang tersuspensi, baik yang bersifat anorganik maupun yang organik. Zat anorganik, biasanya berasal dari lapukan batuan dan logam, sedangkan yang organik dapat berasal dari lapukan tanaman atau hewan. Zat organik dapat menjadi makanan bakteri, sehingga mendukung perkembangbiakannya.

Jumlah padatan tersuspensi dalam air dapat diukur dengan Turbidimeter. Seperti halnya padatan terendap, padatan tersuspensi akan mengurangi penetrasi sinar matahari ke dalam air sehingga akan mempengaruhi regenerasi oksigen serta fotosintesis.

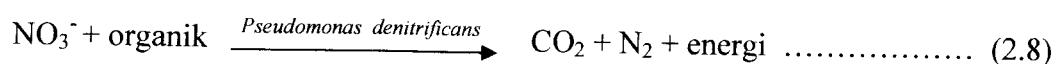
### 2.5.2 Nitrat ( $\text{NO}_3$ )

Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) adalah bentuk senyawa nitrogen yang merupakan senyawa stabil. Nitrat merupakan salah satu unsur penting untuk sintesa protein tumbuh-

tumbuhan dan hewan akan tetapi nitrat pada konsentrasi yang tinggi dapat menstimulasi pertumbuhan ganggang yang tidak terbatas (bila beberapa syarat lain seperti konsentrasi fosfat dipenuhi), sehingga air kekurangan oksigen terlarut yang dapat menyebabkan kematian ikan. Kadar Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) secara alamiah biasanya agak rendah, namun kadar nitrat dapat tinggi sekali pada air tanah di daerah yang diberi pupuk yang mengandung nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ). Kadar nitrat tidak boleh melebihi 10 mg/l (di Indonesia dan A.S) atau 50 (MEE) mg  $\text{NO}_3^-$ /l. Di dalam usus manusia, nitrat direduksi menjadi nitrit yang dapat menyebabkan metamoglobinemi, terutama pada bayi (Alaerts & Sumestri, 1987).

Pada pengolahan limbah cair, nitrat terbentuk oleh bakteri *Nitrobacter*. *Nitrobacter* merupakan bakteri aerobik sejati dan menggunakan elektron sebagai penerima elektron terakhir. Kisaran suhu pertumbuhannya 5-40°C (Pelezar, 1986).

Dalam pengolahan air buangan, bakteri aerobik terdapat pada lumpur aktif dan saringan tricking. Sedangkan bakteri anaerobik lebih banyak terdapat dalam olahan lumpur (sludge digestion). Dan bakteri fakultatif berlaku sebagai anaerobik, yaitu walaupun tanpa dan adanya oksigen terlarut tetap dapat bekerja. Bakteri heterotrofik fakultatif yang mampu menggunakan ion nitrat atau ion nitrit antara lain *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Spirillum*, *Vacilles* dan *Achromobacter*. Bakteri heterotrofik fakultatif beroperasi secara anaerobik dapat menggunakan ikatan oksigen dari ion nitrat melepaskan gas nitrogen dengan reaksi sebagai berikut :



## 2.6 HIPOTESA

Bahwa penggunaan *Anaerobik Horizontal Roughing Filter* dapat:

1. Menurunkan kadar TSS dalam limbah batik karena pada reaktor ini terjadi proses filtrasi.
2. Menurunkan kadar Nitrat dalam limbah batik karena pada reaktor ini terjadi proses denitrifikasi.



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 LOKASI PENELITIAN**

Lokasi pengambilan sampel limbah cair batik yaitu di Rumah Produksi Batik Nakula Sadewa yang beralamat di Jalan Kapten Haryadi No.9 B, Triharjo, Sleman. Running dilakukan di Laboratorium Kualitas Udara dan untuk analisa konsentrasi TSS dan Nitrat dilakukan di Laboratorium Kualitas Air – Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

#### **3.2 OBJEK PENELITIAN**

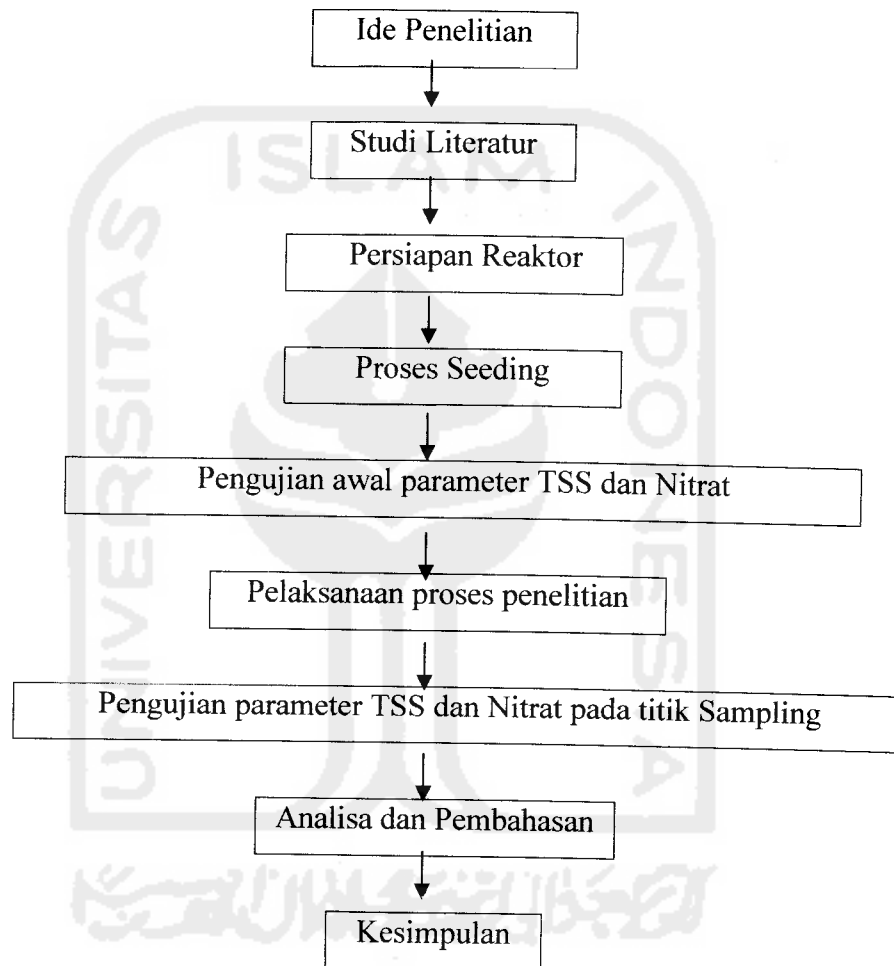
Objek penelitian adalah kandungan TSS dan Nitrat dalam limbah cair dari industri kerajinan batik Nakula Sadewa yang berlokasi di Jalan Kapten Haryadi No.9 B, Triharjo, Sleman. Rumah Produksi Batik Nakula Sadewa ini belum mempunyai bangunan pengolah limbah untuk mengolah efluen dari proses pembuatan batik tersebut.

#### **3.3 JENIS PENELITIAN**

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian laboratorium, yang dilakukan dengan percobaan dalam batas waktu tertentu terhadap konsentrasi TSS dan Nitrat dari limbah cair batik dengan menggunakan *Anaerobik Horizontal Roughing Filter*.

### 3.4 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

### 3.5 PARAMETER DAN VARIABEL PENELITIAN

#### 3.5.1 Parameter Penelitian dan Metode uji

Tabel 3.1 Parameter Penelitian dan Metode Uji

No	Parameter	Satuan	Standar Kualitas Air Surat Keputusan Menteri Negara KLH RI KEP 03/MENKLH/ II/1991	Metode Uji
1.	TSS	mg/l	100	SNI 1991-Standar 2 Metode Pengujian Kualitas Fisika air SK SNI M-03- 1989-F
2.	Nitrat	mg/L	10	SNI 1991-Standar 47 Metode Pengujian Kadar Nitrat dalam air dengan alat Spektrofotometer Secara Brusin Sulfat SK SNI M-49- 1990-03

### **3.5.2 Variabel Penelitian**

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Variabel tetap yaitu kualitas parameter TSS dan Nitrat dalam air limbah batik.
2. Variabel bebas yaitu variasi waktu pengambilan sampel.

### **3.5.3 Alat yang Digunakan**

1. Reaktor Anaerobik Horizontal Roughing Filter
2. Alat-alat uji TSS dan Nitrat.

## **3.6 TAHAPAN PENELITIAN**

### **3.6.1 Persiapan Alat**

1. Peralatan yang berupa reaktor Roughing Filter yang terdiri dari bak pengendap, ruang media dengan panjang 75 cm berisi media gravel berukuran 15-11 mm.
2. Merangkai reaktor roughing filter dengan reservoir, bak pengumpul, ember terisi air yang dihubungkan dengan selang dari pipa pengumpul gas (untuk mengetahui ada tidak kegiatan degradasi oleh bakteri ), stop kran dan alat pendukung lainnya.

### **3.6.2 Proses Seeding**

1. Sebelum dilakukan proses pengolahan air limbah batik, terlebih dahulu diadakan seeding untuk mendapatkan lapisan film biologis pada media pertumbuhan yaitu gravel.



2. Proses ini dilakukan dengan menumbuhkan bakteri yang terdapat di dalam isi perut sapi (rumen sapi).
3. Rumen sapi direndam dalam air septictank atau air sungai.
4. Untuk memacu pertumbuhan bakteri dilakukan penambahan glukosa, TSP dan urea.
5. Sebagai indikator bakteri telah tumbuh dan kondisi telah anaerobik yaitu dengan memasang pipa vent penangkap gas. Selain itu dilakukan uji bakteri E.Coli. Dan setelah running selesai dilakukan fotomikroskop terhadap lapisan biofilm.

### 3.6.3 Proses Aklimasi

1. Setelah dilakukan proses *seeding* yaitu selama 3 minggu atau sampai ada gelembung udara pada penangkap gas yang menandai adanya aktivitas mikroorganisme, maka dilakukan aklimasi yang bertujuan untuk mengkondisikan bakteri dengan air limbah batik dialirkan.
2. Proses ini berjalan selama 12 hari, dengan penambahan konsentrasi limbah batik berturut-turut sebesar 25%, 50%, 75% dan 100%.
3. Pemeriksaan parameter uji, yaitu TSS dan Nitrat dilakukan setiap hari selama 10 hari, dimulai dari hari pertama *running*. Pengambilan sampel dilakukan pada bagian inlet dan outlet.



### 3.6.4 Prosedur Penelitian

1. Air limbah batik dimasukkan kedalam bak netralisasi yang berfungsi sebagai bak penampung. Pada bak penampung, pH air limbah diatur sesuai pH pada proses Anaerobik yaitu berkisar antara 6,5 – 7,5.
2. Memeriksa kadar awal TSS dan Nitrat yang terkandung dalam air limbah yang akan dialirkan.
3. Mengisi reservoar dengan air limbah yang sudah diatur pHnya.
4. Mengalirkan air limbah kedalam reaktor yaitu dengan debit sebesar 10,6 l/jam.
5. Mengambil sampel air untuk diperiksa kadar dari parameter TSS dan Nitrat yaitu pada inlet (titik sampling 1) dan outlet (titik sampling 2)



Gambar 3.2. Reaktor penelitian

Keterangan:

- |                            |                    |
|----------------------------|--------------------|
| 1. Reservoar               | 5. Bak Pengendapan |
| 2. Kran pengatur debit     | 6. Ruang Media     |
| 3. Pipa Vent               | 7. Bak Penampung   |
| 4. Reaktor Roughing Filter |                    |

### 3.6.5 Pemeriksaan Hasil Penelitian

Dilakukan pemeriksaan parameter TSS dan Nitrat sesuai dengan ketentuan SNI edisi 1991 dari Bidang Pekerjaan Umum tentang Kualitas Air.

### 3.7 ANALISA DATA

Analisa data untuk penentuan kualitas air berdasarkan hasil pengukuran tiap parameter dengan membuat tabel atau grafik kualitas air buangan sebelum dan sesudah pengolahan pada masing-masing titik pengambilan sampel.

Tingkat efisiensi dinyatakan dengan cara membandingkan antara konsentrasi awal dan akhir dari parameter penelitian setelah menjalankan reaktor dengan menggunakan persamaan *overall efficiency* yaitu:

$$\eta = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100\% \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana:

$\eta$  = Overall Efficiency (%)

$C_o$  = Konsentrasi Awal (mg/l)

$C_e$  = Konsentrasi akhir (mg/l)

Selain itu dilakukan analisa data dengan menggunakan Uji t (*t Test*). Tujuan 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. Untuk menganalisa data dengan Uji t digunakan program Data Analysis yang terdapat pada Microsoft Excel 2003.

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 HASIL PENELITIAN

Penelitian dengan menggunakan *Anaerobic Horizontal Roughing Filter* ini dimulai dengan melakukan pembibitan bakteri selama tiga minggu dengan menggunakan rumen sapi dan air septic tank. Beberapa mikroba yang terdapat pada rumen sapi antara lain bakteri, protozoa, fungi, archea dan virus. Bakteri, bersama protozoa, adalah mikroba dominan dan jumlah massanya 40-60% dari total mikrobial di dalam rumen. Bakteri ini dikategorikan dalam kelompok fungsional, seperti *fibrolytic*, *amolytic*, dan *proteolytic*, yang mencerna karbohidrat struktural, karbohidrat non-struktural, dan protein, berturut-turut. Protozoa (40-60% dari massa mikrobial) terutama memakan bakteri dan protozoa lainnya melalui *phagocytosis*, sehingga beberapa varietas dapat juga menggunakan karbohidrat, terutama karbohidrat struktural, sebagai sumber makanan. Ruminal fungi membentuk hanya sekitar 5-20% dari mikroba, tetapi kemampuannya untuk mendegradasi lignin rekalsitran memberikan tempat penting pada rumen, meskipun dalam jumlah sedikit. Rumen archea, jumlahnya tidak diketahui, adalah methanogen terbanyak dan memproduksi methan melalui pernapasan anaerobik. Oleh karena itu, diharapkan dengan penambahan rumen sapi dapat mempercepat pertumbuhan bakteri, karena di dalam rumen sudah terdapat beberapa mikroba anaerobik.

Pada proses ini juga dilakukan penambahan glukosa, TSP dan urea dengan tujuan untuk menambah nutrisi yang dibutuhkan oleh bakteri untuk

pertumbuhannya. Tumbuhnya bakteri ditandai dengan adanya gelembung udara pada penangkap gas. Setelah itu, dilakukan proses aklimasi selama 12 hari dengan penambahan konsentrasi limbah batik berturut-turut sebesar 25%, 50%, 75% dan 100%. Setelah proses aklimasi baru kemudian dilakukan penelitian selama 10 hari dengan menguji parameter Nitrat dan TSS setiap hari. Dari penelitian selama 10 hari yang dilakukan dari tanggal 7 Juni sampai dengan 16 Juni 2006 diperoleh hasil penelitian terhadap konsentrasi Nitrat dan Total Suspended Solid (TSS) sebagai berikut :

#### 4.1.1 Hasil Konsentrasi Nitrat

Dalam penelitian ini, analisa Nitrat dilakukan setiap hari dengan pengambilan sampel sebanyak dua kali yaitu pada jam 06.00 dan jam 12.00. Pada tabel 4.1 ditunjukkan perolehan data dan efisiensi dari hasil pengukuran konsentrasi Nitrat selama penelitian.

Tabel 4.1 Data Konsentrasi Nitrat dan Efisiensinya

No	Hari ke-	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	Efisiensi (%)
1	1a	35	32,7	14,97
2	1b	15,1	9,9	
3	2a	25,2	9,2	63,49
4	3a	36,9	17,9	51,11
5	3b	8,3	4,2	
6	7a	39,6	12,7	48,39
7	7b	44,5	30,7	
8	8a	16,6	58,2	-122,96
9	8b	30	45,7	

10	9a	28,1	23	18,15
		$X_r = 27,93$	$X_r = 24,42$	$\eta = 12,19$

Keterangan : a = Pengambilan pertama

b = Pengambilan kedua

Tanda (-) menunjukkan adanya kenaikan konsentrasi Nitrat

#### 4.1.2 Hasil Konsentrasi Total Suspended Solid (TSS)

Dalam penelitian ini, pengukuran TSS dilakukan setiap hari dengan pengambilan sampel sebanyak dua kali yaitu pada jam 06.00 dan 12.00. Pada tabel 4.2 ditunjukkan perolehan data dan efisiensi dari hasil pengukuran konsentrasi TSS selama penelitian.

Tabel 4.2 Data Konsentrasi TSS dan Efisiensinya

No	Hari ke-	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	Efisiensi (%)
1	1a	442	266	24,13
2	1b	1754	1400	
3	2a	1172	736	44,17
4	2b	1314	652	
5	3a	1232	702	55,81
6	3b	524	74	
7	4a	854	96	86,23
8	4b	802	132	
9	5a	680	266	62,21
10	5b	712	260	
11	6a	920	34	87,76
12	6b	648	158	
13	7a	690	398	58,81
14	7b	888	252	
15	8a	1156	476	57,05

16	8b	1326	590	
17	9a	1992	1460	16,00
18	9b	1770	1700	
19	10a	1924	956	34,30
20	10b	1860	1530	
		$X_r = 1133$	$X_r = 606,9$	$\eta = 52,65$

Keterangan : a = Pengambilan pertama

b = Pengambilan kedua

## 4.2 Analisa Data

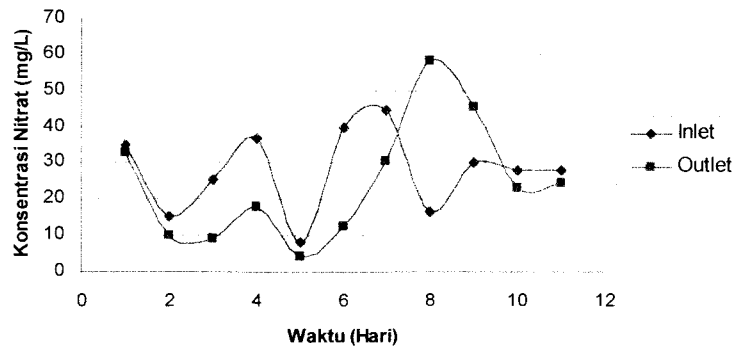
Data - data dari hasil penelitian dianalisa dengan menggunakan Uji t (*t-test*) dan Grafik.

### 4.2.1 Analisa Nitrat

Analisa Nitrat digunakan Uji t (*t-Test*) yang bertujuan untuk membandingkan (membedakan) apakah kedua variabel sama atau berbeda. Gunanya untuk menguji kemampuan generalisasi (signifikansi) hasil penelitian yang berupa perbandingan keadaan variabel dari dua rata-rata sampel. Dalam hal ini, untuk mengetahui apakah ada perbedaan yang signifikan antara konsentrasi Nitrat pada bagian Inlet dan Outlet.

Dari perhitungan diperoleh  $-t_{\text{tabel}} < t_{\text{hitung}} < +t_{\text{tabel}}$  atau  $-2,26 < 0,57 < 2,26$  (lampiran 1), maka terima  $H_0$  artinya tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi Nitrat pada bagian Inlet dan Outlet.

Di bawah ini adalah grafik untuk konsentrasi Nitrat :



Gambar 4.1 Grafik Konsentrasi Nitrat pada Inlet dan Outlet

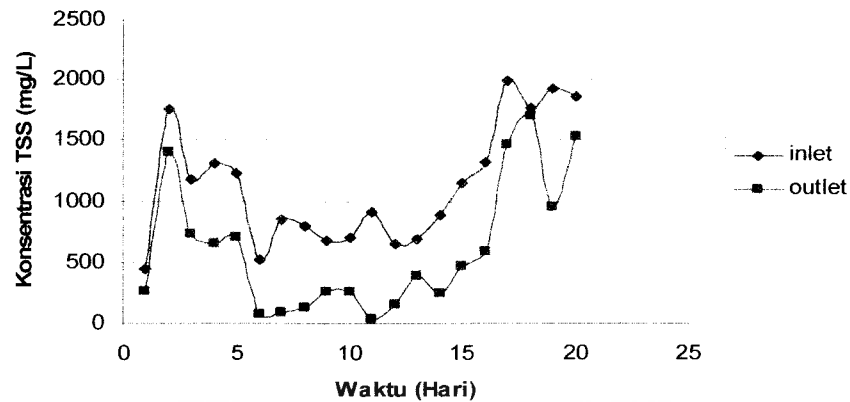
#### 4.2.2 Analisa Total Suspended Solid (TSS)

Analisa TSS digunakan Uji  $t$  ( $t$ -Test) yang bertujuan untuk membandingkan (membedakan) apakah kedua variabel sama atau berbeda. Gunanya untuk menguji kemampuan generalisasi (signifikansi) hasil penelitian yang berupa perbandingan keadaan variabel dari dua rata-rata sampel. Dalam hal ini, untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada bagian Inlet dan Outlet.

Dari perhitungan diperoleh  $-t_{\text{tabel}} < t_{\text{hitung}} > + t_{\text{tabel}}$  atau  $-2,09 < 10,34 > 2,09$  (lampiran 1), maka terima  $H_a$  artinya terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada bagian Inlet dan Outlet.

Di bawah ini adalah grafik untuk konsentrasi TSS:





Gambar 4.3 Grafik Konsentrasi TSS pada Inlet dan Outlet

### 4.3 PEMBAHASAN

Dari analisa data penelitian dengan menggunakan Uji t (*t – Test*) untuk parameter Nitrat diperoleh hasil bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi Nitrat pada bagian inlet dan outlet. Sedangkan untuk parameter TSS diperoleh hasil bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada bagian inlet dan outlet. Hal ini juga dapat terlihat dari grafik 4.1 untuk parameter Nitrat perbedaan antara inlet dan outlet tidak terlalu jauh. Untuk parameter TSS terlihat dari grafik 4.2 dapat dilihat perbedaan yang cukup signifikan.

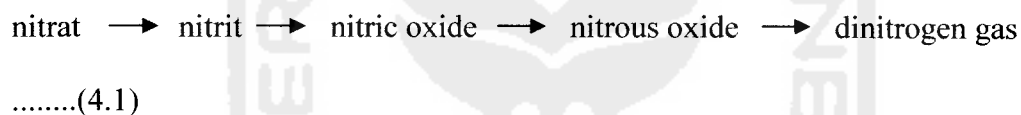
Di bawah ini akan dibahas lebih lanjut dari adanya penurunan dari masing-masing parameter.

#### 4.3.1 Nitrat

Pada analisa data, dari pengambilan sampel setiap hari menunjukkan terjadinya penurunan konsentrasi Nitrat pada bagian outlet dengan efisiensi sebesar 14,97 - 63,49%. Penurunan paling tinggi dicapai pada sampel 2a dimana

konsentrasi Nitrat di inlet sebesar 25,2 mg/L turun menjadi 9,2 mg/L. Penurunan konsentrasi Nitrat disebabkan karena adanya proses denitrifikasi pada reaktor *Anaerobic Horizontal Roughing Filter* ini, dimana ion nitrat dikonversi menjadi gas nitrogen. Proses ini membutuhkan Ammonium yang terlebih dahulu akan dioksidasi menjadi Nitrat (nitrifikasi diperlukan). Bakteri fakultatif tertentu, yang memiliki kemampuan untuk memperoleh energi dengan cara menggunakan Nitrat sebagai penerima elektron (respirasi anaerobik) dalam ketidakhadiran oksigen, mereduksi Nitrat menjadi gas Nitrogen, yang kemudian dilepaskan dari cairan, dengan demikian mengurangi kandungan Nitrogen di air limbah. (Benefield & Randall, 1980).

Proses denitrifikasi melalui beberapa tahap:



Atau digambarkan sebagai reaksi redox:



Bakteri denitrifikan membentuk bagian penting dari proses denitrifikasi sebagai bagian dari siklus nitrogen, yang bertujuan utama untuk merubah bentuk nitrogen, bersama enzim *nitrase reductase*, untuk mengembalikan oksida menjadi gas nitrogen atau nitrous oxides untuk generasi energi. Proses ini hanya dapat berlangsung pada tempat yang tidak ada oksigen, karena paling banyak bakteri denitrifikan adalah anaerobik dan *nitrase reductase* hanya bisa disintesis dalam keadaan anaerobik.

Bakteri denitrifikan sendiri termasuk spesies *pseudomonas*, *alkaligenes* dan *bacillus* yaitu kelompok bakteri yang dapat mereduksi nitrat atau nitrit menjadi gas nitrogen. Contoh bakteri yang potensial meliputi *Thiobacillus denitrificans*, *Micrococcus denitrificans* dan *pseudomonas*. (Gardner & Rhee, 2006).

Namun, pada sampel 8a dan 8b terjadi kenaikan Nitrat. Hal ini disebabkan karena kemungkinan-kemungkinan berikut:

1. Adanya alga yang melekat pada media yang tumbuh sebagai salah satu bagian dari biofilm. Dengan adanya sinar matahari maka alga-alga tersebut akan melakukan fotosintesis. Dari fotosintesis akan dihasilkan sejumlah molekul oksigen. Alga hanya dapat tumbuh di bagian atas filter dimana tersedia sinar matahari. Spesies alga yang terdapat pada Roughing Filter antara lain: *Phormidium*, *Chlorella* dan *Ulothrix*. Alga tidak berperan langsung pada pengolahan air buangan, tetapi selama siang hari alga menambah oksigen dari proses fotosintesis.
2. Biofilm yang terbentuk pada reaktor masih belum sempurna, artinya bakteri yang tumbuh melekat pada gravel masih sedikit, sehingga kurang mampu mendegradasi Nitrat.
3. Kurangnya waktu detensi sehingga waktu kontak antara limbah dan bakteri kurang.
4. Terjadi kesalahan pada saat pengambilan, pengawetan dan pemeriksaan sampel sehingga dapat menyebabkan terjadinya oksidasi.

#### 4.3.2 *Total Suspended Solid (TSS)*

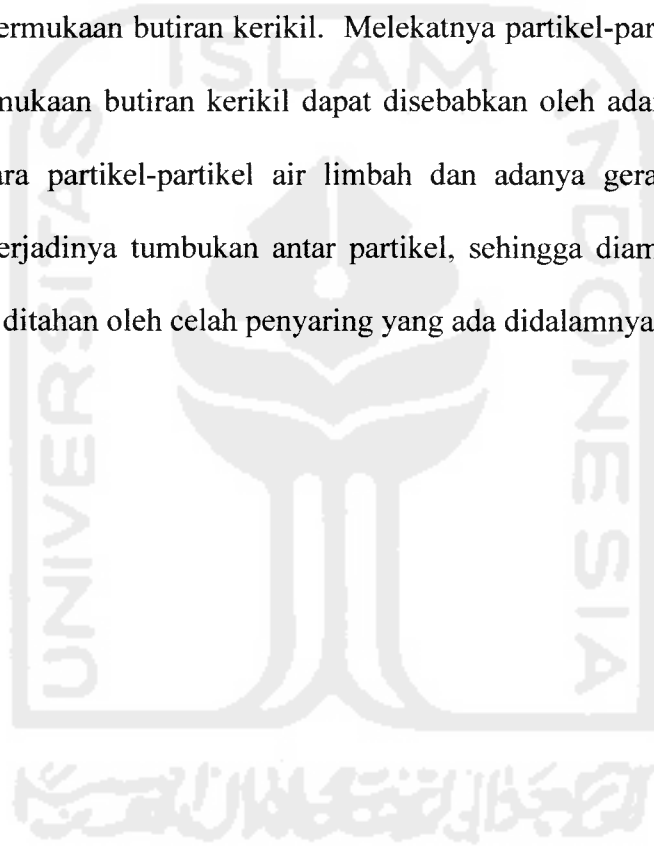
Pada analisa data untuk parameter TSS rata-rata mengalami penurunan konsentrasi pada outlet dengan efisiensi sebesar 16,00 – 87,76 %. Walaupun konsentrasi dapat diturunkan namun rata-rata masih belum memenuhi standar baku mutu limbah cair untuk industri batik yang telah ditetapkan oleh gubernur melalui Keputusan Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta no.281/KPTS/1998 yaitu sebesar 200 mg/L.

Rendahnya efisiensi yang dihasilkan disebabkan oleh kemungkinan-kemungkinan berikut:

1. Ketebalan lapisan media saring yang kurang. Pada ketebalan media saring tertentu air yang disaring hasilnya akan lebih bagus karena kesempatan bereaksi akan makin lama.
2. Waktu kontak penyaringan kurang lama.
3. Diameter media saring terlalu besar. Diameter media saring yang lebih kecil sampai batas tertentu memberikan hasil yang bagus.
4. Kecepatan penyaringan akan mempengaruhi lama operasi filter.

Penurunan konsentrasi TSS pada outlet disebabkan karena adanya proses fisik yaitu *screening* (penyaringan). Pemindahan partikel/unsur padat ditahan oleh Roughing Filter adalah suatu proses yang agak kompleks yang meliputi sedimentasi, biologis dan adsorpsi seperti halnya aktivitas biokimia. Pada dasarnya, partikel/unsur padat harus diangkut untuk suatu sisa yang terikat pada permukaan sebelum hal tersebut mungkin diubah oleh proses biologi dan biokimia.(Wegelin, 1996).

TSS dalam air limbah akan mengalami penurunan setelah melewati saringan karena partikel-partikel yang terkandung dalam air limbah akan tersaring terutama partikel-partikel yang ukurannya lebih besar dari pori kerikil, sedangkan partikel yang berukuran sama atau mendekati pori akan mengendap di sela-sela pori kerikil dengan sendirinya. Dengan adanya benturan antara partikel air limbah dengan butiran kerikil juga akan mengendapkan partikel-partikel yang akhirnya tertahan pada permukaan butiran kerikil. Melekatnya partikel-partikel yang lebih halus pada permukaan butiran kerikil dapat disebabkan oleh adanya ikatan fisik dan kimia antara partikel-partikel air limbah dan adanya gerak Brown akan menyebabkan terjadinya tumbukan antar partikel, sehingga diameter bertambah besar dan dapat ditahan oleh celah penyaring yang ada didalamnya.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 KESIMPULAN**

Dari hasil pengujian dan analisa data dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengolahan limbah cair batik menggunakan reaktor *Anaerobic Horizontal Roughing Filter* dapat menurunkan konsentrasi Nitrat sebesar 14,97 – 63,49 %.
2. Penurunan konsentrasi nitrat disebabkan oleh proses denitrifikasi, yaitu reduksi ion nitrat menjadi gas nitrogen yang berlangsung dalam keadaan anaerobik.
3. Pengolahan limbah cair batik menggunakan reaktor *Anaerobic Horizontal Roughing Filter* dapat menurunkan konsentrasi TSS sebesar 16,00 – 87,76 %.
4. Penurunan konsentrasi TSS disebabkan karena adanya proses filtrasi.

#### **5.2 SARAN**

1. Untuk mencegah pertumbuhan alga di dalam *Roughing Filter*, permukaan air dijaga agar tetap di bawah permukaan media filter oleh suatu bendungan atau pipa effluent yang ditempatkan di saluran filter.
2. Memperpanjang waktu seeding dan aklimasi serta memperhatikan faktor-faktor pertumbuhan bakteri agar biofilm dapat terbentuk dengan baik.
3. Menggunakan media filter yang lebih halus dan memperpanjang waktu kontak.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts dan Sri Sumestri Santika, 1987, METODE PENELITIAN AIR, Usaha Nasional, Surabaya.
- Anjarwani, Dian, 2006, PENURUNAN TSS, AMONIAK DAN NITRAT PADA LIMBAH DOMESTIK DENGAN MENGGUNAKAN ROUGHING FILTER ALIRAN HORIZONTAL BERMEDIA GRAVEL DENGAN PROSES ANAEROBIK DAN KOMPARTEMEN YANG BERBEDA PANJANG, Tugas Akhir, tidak diterbitkan.
- Anonim, 1985, BUKU PANDUAN PENCEGAHAN DAN PENANGGULANGAN PENCEMARAN INDUSTRI BATIK, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Kerajinan Batik.
- Anonim, 1997, PERENCANAAN TEKNIK PENGELOLAAN PENCEMARAN INDUSTRI SKALA KECIL SENTRA BATIK DI DIY, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Kerajinan dan Batik, Yogyakarta.
- Anonim, 1988, PROSES BATIK, Departemen Perindustrian, Yogyakarta.
- Anonim, 2006, ALL ABOUT BATIK, Dekranas Kota Yogyakarta.
- Anonim, 2006, NITROGEN CYCLE, WIKIPEDIA, [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org), 16 Agustus.
- Anonim, 2006, DENITRIFICATION, WIKIPEDIA, [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org), 16 Agustus.
- Anonim, 2006, NITRATE, WIKIPEDIA, [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org), 16 Agustus.
- Anonim, 2006, RUMEN, WIKIPEDIA, [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org), 16 Agustus.
- Benfield, L. D, and Randall, C. W, 1987, BIOLOGICAL PROCESS DESIGN FOR WASTE WATER TREATMENT, Virginia Polytechnic Institute and State University, USA.
- Betty, 1993, PENGOLAHAN LIMBAH CAIR, Gramedia, Jakarta.
- Darsono, Valantinus, 1995, PENGANTAR ILMU LINGKUNGAN Edisi Revisi, Universitas Atma Jaya, Jogjakarta.

- Djajaningrat, 1992. PENANGANAN PENCEMARAN LIMBAH INDUSTRI, Jurusan Teknik Lingkungan, ITB.
- Eddy and Metcalf, 1991, WASTEWATER ENGINEERING TREATMENT AND REUSE, McGraw-Hill Companies, America.
- Grady, C.P.Leslie and Lim, Henry C, 1980, BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT THEORY AND APPLICATION, Marcel Dekker.Inc, New York and Basel.
- Hammer J. M, 1977, WATER AND WASTEWATER TECHNOLOGY, John Wiley and Sons, New York.
- Jenie, B.S.L dan Winiati,P.R, 1993, PENANGANAN LIMBAH INDUSTRI PANGAN, Kanisius, Jogjakarta.
- Prpto Wisjnu, Djajaningrat Azis, 1993, TEKNIK PENGELOLAAN AIR BUANGAN INDUSTRI, Himpunan Karya Ilmiah Dibidang Perkotaan dan Lingkungan, KPPL, Jakarta.
- Rahayu, Bekti Budi, 1997, PENGOLAHAN AIR BUANGAN INDUSTRI TEKSTIL PT. TYFOUNTEX INDONESIA SUKOHARJO, SURAKARTA DENGAN BERBAGAI VARIASI DEBIT PADA SISTEM ROUGHING FILTER UNTUK MENURUNKAN KADAR BOD, COD DAN SS, Tugas Akhir, tidak diterbitkan.
- Rittmann,B, 2001, ENVIRONMENTAL BIOTECHNOLOGY, McGraw-Hill Companies, America.
- Sugiharto, 1987, DASAR-DASAR PENGELOLAAN AIR LIMBAH, Universitas Press, Jakarta.
- Wegelin, Martin.1996, SURFACE WATER TREATMENT BY ROUGHING FILTERS. SANDEC.





UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

### Hasil Pengukuran Konsentrasi TSS

No	Hari ke-	inlet	rata2	outlet	rata2	efisiensi
1	1a	442	1098	266	833	24.13
2	1b	1754		1400		
3	2a	1172	1243	736	694	44.17
4	2b	1314		652		
5	3a	1232	878	702	388	55.81
6	3b	524		74		
7	4a	854	828	96	114	86.23
8	4b	802		132		
9	5a	680	696	266	263	62.21
10	5b	712		260		
11	6a	920	784	34	96	87.76
12	6b	648		158		
13	7a	690	789	398	325	58.81
14	7b	888		252		
15	8a	1156	1241	476	533	57.05
16	8b	1326		590		
17	9a	1992	1881	1460	1580	16.00
18	9b	1770		1700		
19	10a	1924	1892	956	1243	34.30
20	10b	1860		1530		
						52.65

### Hasil Pengukuran Konsentrasi Nitrat

No	Hari	Inlet (mg/L)	Rata-rata	Outlet (mg/L)	Rata-rata	efisiensi
1	1a	35	25.05	32.7	21.3	14.97
2	1b	15.1		9.9		
3	2a	25.2	25.2	9.2	9.2	63.49
4	3a	36.9	22.6	17.9	11.05	51.11
5	3b	8.3		4.2		
6	7a	39.6	42.05	12.7	21.7	48.39
7	7b	44.5		30.7		
8	8a	16.6	23.3	58.2	51.95	-122.96
9	8b	30		45.7		
10	9a	28.1	28.1	23	23	18.15
						12.19

## ANALISA DATA TSS DENGAN UJI $t$ ( $t$ - TEST)

### **Langkah 1. Membuat $H_a$ dan $H_o$ dalam bentuk kalimat**

$H_a$ : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada bagian Inlet dan Outlet.

$H_o$ : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada bagian 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 $t$ hitung menggunakan program Data Analysis Microsoft Excel 2003**

No	Hari ke-	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)
1	1a	442	266
2	1b	1754	1400
3	2a	1172	736
4	2b	1314	652
5	3a	1232	702
6	3b	524	74
7	4a	854	96
8	4b	802	132
9	5a	680	266
10	5b	712	260
11	6a	920	34
12	6b	648	158

13	7a	690	398
14	7b	888	252
15	8a	1156	476
16	8b	1326	590
17	9a	1992	1460
18	9b	1770	1700
19	10a	1924	956
20	10b	1860	1530

t-Test : Paired Two Samples for Means

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Mean	1133	606.9
Variance	248444.42	283864.2
Observations	20	20
Pearson Correlation	0.90	
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	19	
t Stat	10.34	
P(T<=t) one-tail	0.00	
t Critical one-tail	1.73	
P(T<=t) two-tail	0.00	
t Critical two-tail	2.09	

**Langkah 4. Menentukan kaidah pengujian**

- Taraf signifikansinya ( $\alpha = 0,05$ )
- 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 5. Membandingkan  $t_{\text{tabel}}$  dengan  $t_{\text{hitung}}$**

Ternyata  $-t_{\text{tabel}} \leq t_{\text{hitung}} \leq +t_{\text{tabel}}$  atau  $-2,09 < 10,34 > 2,09$ , maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima.

**Langkah 6. Kesimpulan**

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

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



## ANALISA DATA NITRAT DENGAN UJI $t$ ( $t$ - TEST)

### **Langkah 1. Membuat $H_a$ dan $H_o$ dalam bentuk kalimat**

$H_a$ : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi Nitrat pada bagian Inlet dan Outlet.

$H_o$ : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi Nitrat pada bagian 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 $t$ hitung menggunakan program Data Analysis Microsoft Excel 2003**

No	Hari ke-	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)
1	1a	35	32,7
2	1b	15,1	9,9
3	2a	25,2	9,2
4	3a	36,9	17,9
5	3b	8,3	4,2
6	7a	39,6	12,7
7	7b	44,5	30,7
8	8a	16,6	58,2
9	8b	30	45,7
10	9a	28,1	23

t-Test : Paired Two Samples for Means

	Variabel 1	Variabel 2
Mean	27,93	24,42
Variance	136,81	303,90
Observations	10	10
Pearson Correlation	0,14	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	9	
t Stat	0,57	
P(T<=t) one-tail	0,29	
t Critical one-tail	1,83	
P(T<=t) two-tail	0,59	
t Critical two-tail	2,26	

**Langkah 4. Menentukan kaidah pengujian**

- Taraf signifikansinya ( $\alpha = 0,05$ )
- 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 5. Membandingkan  $t_{\text{tabel}}$  dengan  $t_{\text{hitung}}$**

Ternyata  $-t_{\text{tabel}} \leq t_{\text{hitung}} \leq +t_{\text{tabel}}$  atau  $-2,26 < 0,57 < 2,26$ , maka  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak.

**Langkah 6. Kesimpulan**

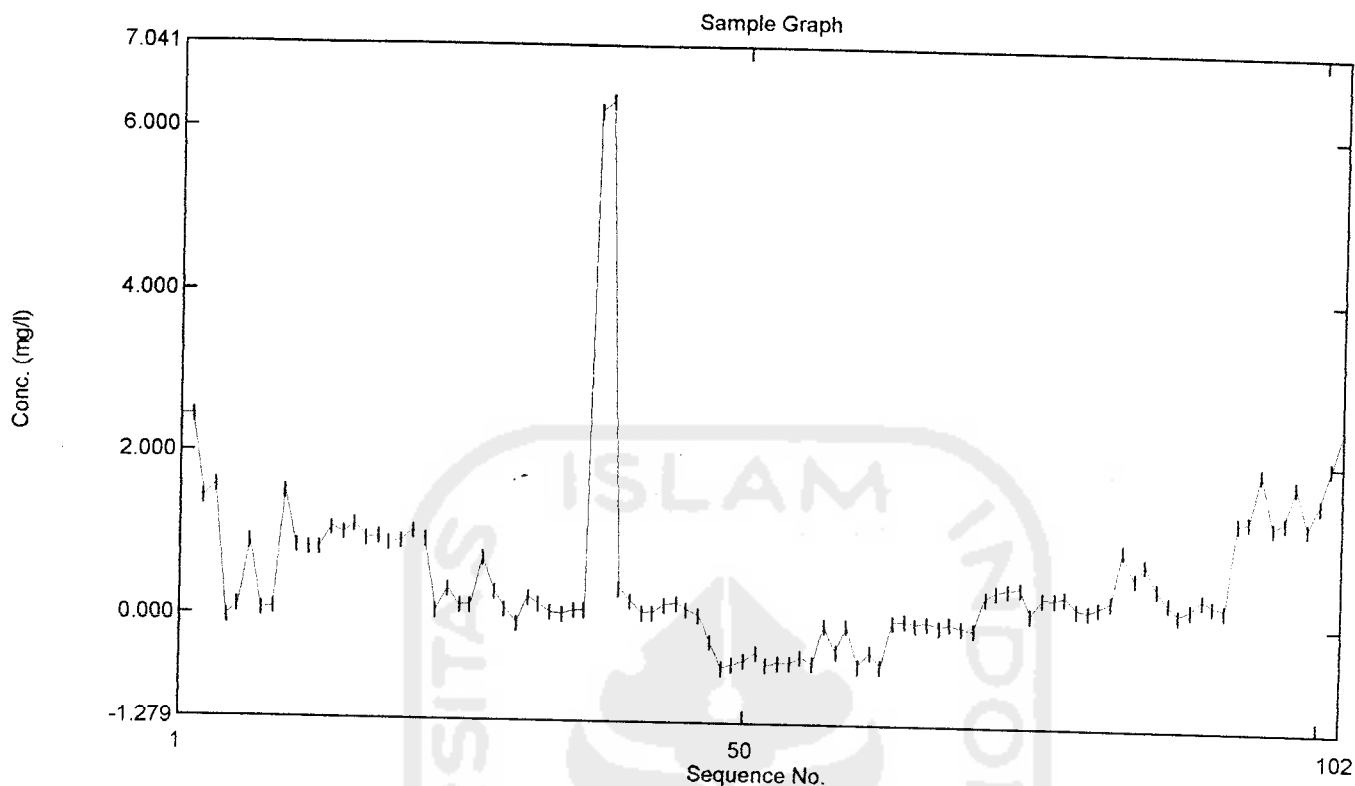
$H_a$  : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi Nitrat pada inlet dan outlet DITOLAK.

$H_0$  : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi Nitrat pada inlet dan outlet DITERIMA.

# Sample Table Report

06/29/2006 11:30:03 AM

File Name: F:\NO3.pho



Sample Table

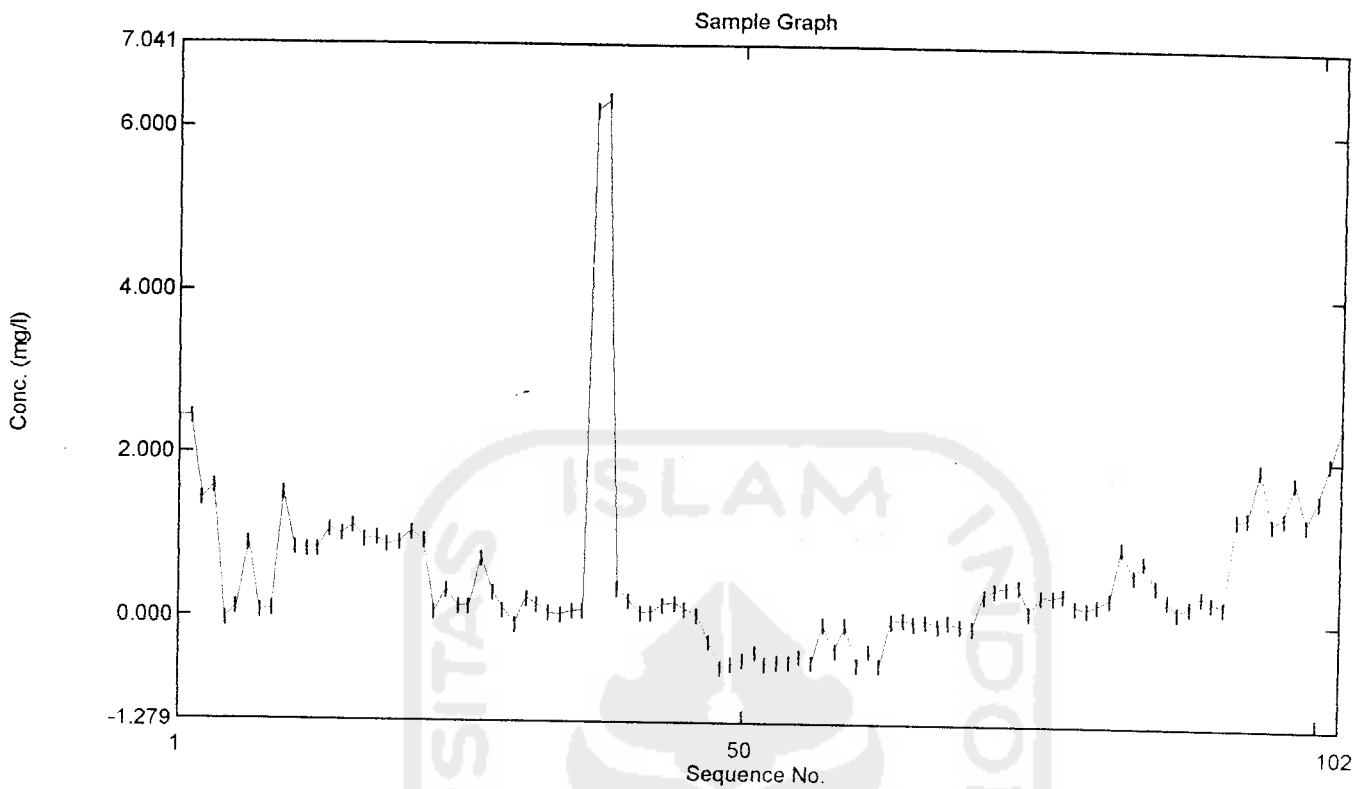
	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL410.0	Comments
1	IN	Unknown		2.447	0.220	PENGECERAN 100 X
2	OUT	Unknown		2.447	0.220	PENGECERAN 100 X
3	in 75% 1	Unknown		1.445	0.135	PENGECERAN 100 X
	out 75% 1	Unknown		1.602	0.149	PENGECERAN 100 X
	in 100% 1	Unknown		-0.023	0.012	Pengenceran 100 x
	in 100% 2	Unknown		0.111	0.023	
	in 100% 3	Unknown		0.916	0.091	
	out 100% 1	Unknown		0.066	0.020	
	out 100% 2	Unknown		0.084	0.021	
	out 100% 3	Unknown		1.521	0.142	
	in 1A	Unknown		0.868	0.087	
	in 1B	Unknown		0.837	0.084	
	in 1C	Unknown		0.840	0.085	
	out 1A	Unknown		1.082	0.105	
	out 1B	Unknown		1.018	0.100	
	out 1C	Unknown		1.125	0.109	
	in 2A	Unknown		0.952	0.094	
	in 2B	Unknown		0.968	0.095	



# Sample Table Report

06/29/2006 11:30:03 AM

File Name: F:\NO3.pho



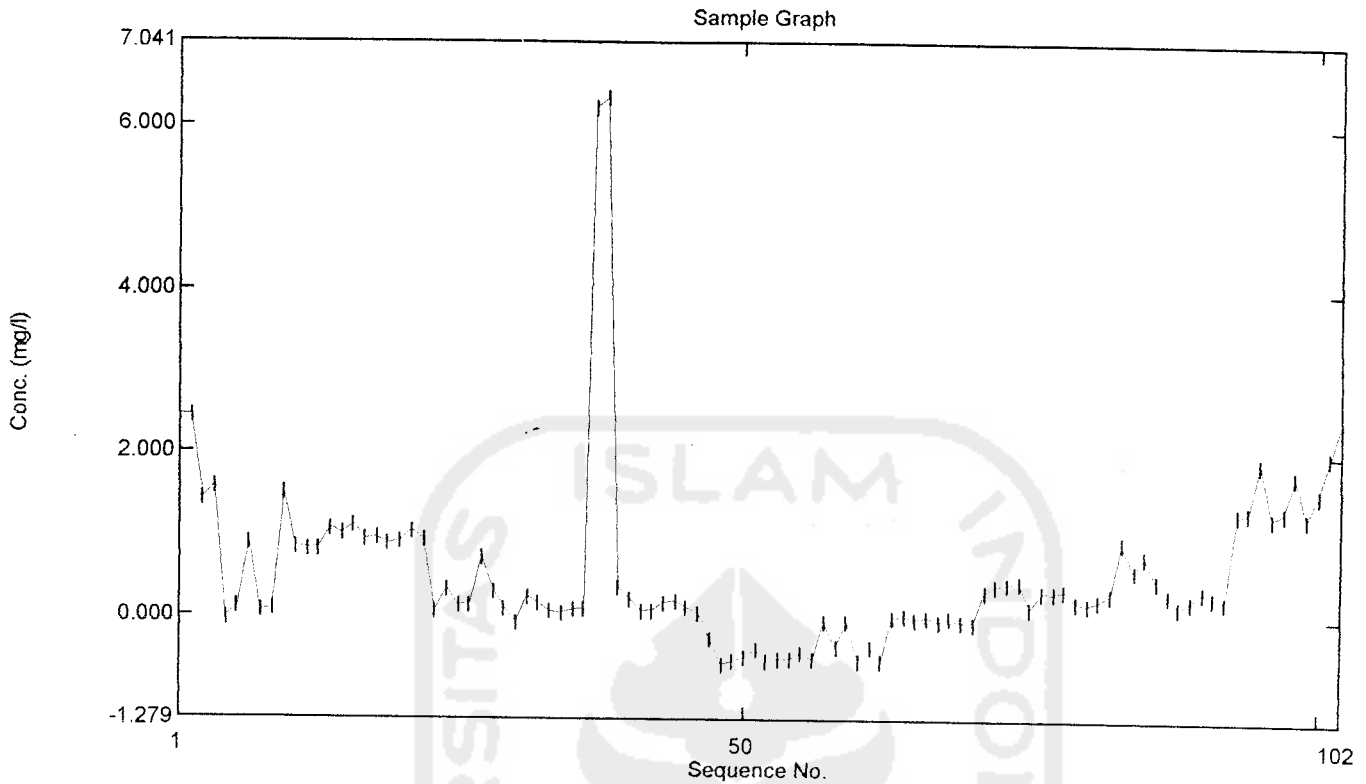
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL410.0	Comments
19	in 2C	Unknown		0.897	0.089	
20	out 2A	Unknown		0.926	0.092	
21	out 2B	Unknown		1.063	0.103	
22	out 2C	Unknown		0.949	0.094	
3	in 6.1 A	Unknown		0.070	0.020	
4	in 6.1 B	Unknown		0.350	0.044	
5	in 12.1 A	Unknown		0.144	0.026	
6	in 12.1 B	Unknown		0.151	0.027	
7	out 6.1 A	Unknown		0.744	0.077	
8	out 6.1 B	Unknown		0.327	0.042	
9	out 12.1 A	Unknown		0.099	0.022	
10	out 12.1 B	Unknown		-0.070	0.008	
11	in 6.2 A	Unknown		0.252	0.035	
12	in 6.2 B	Unknown		0.163	0.028	
13	in 12.2 A	Unknown		0.060	0.019	
14	in 12.2 B	Unknown		0.052	0.019	
15	out 6.2 A	Unknown		0.092	0.022	
16	out 6.2 B	Unknown		0.105	0.023	

# Sample Table Report

06/29/2006 11:30:03 AM

File Name: F:\NO3.pho



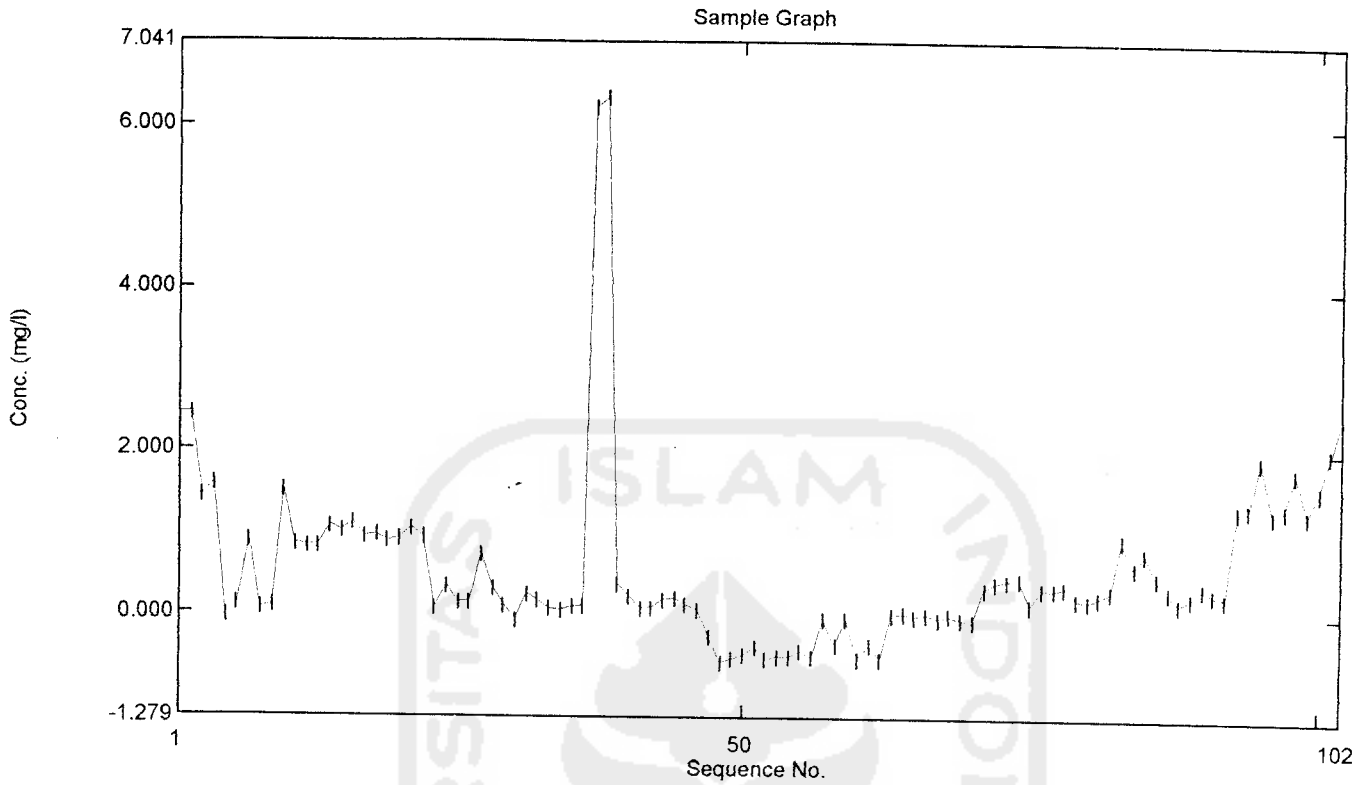
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL410.0	Comments
7	out 12.2 A	Unknown		6.237	0.538	
8	out 12.2 B	Unknown		6.347	0.547	
9	in 6.3 A	Unknown		0.369	0.045	
10	in 6.3 B	Unknown		0.221	0.033	
	in 12.3 A	Unknown		0.079	0.021	
	in 12.3 B	Unknown		0.083	0.021	
	out 6.3 A	Unknown		0.179	0.029	
	out 6.3 B	Unknown		0.196	0.031	
	out 12.3 A	Unknown		0.116	0.024	
	out 12.3 B	Unknown		0.042	0.018	
	in 6.4 A	Unknown		-0.272	-0.009	
	in 6.4 B	Unknown		-0.586	-0.035	
	in 12.4 A	Unknown		-0.547	-0.032	
	in 12.4 B	Unknown		-0.499	-0.028	
	in 6.5 A	Unknown		-0.401	-0.020	
	in 6.5 B	Unknown		-0.545	-0.032	
	in 12.5 A	Unknown		-0.519	-0.029	
	in 12.5 B	Unknown		-0.520	-0.030	

# Sample Table Report

06/29/2006 11:30:03 AM

File Name: F:\NO3.pho



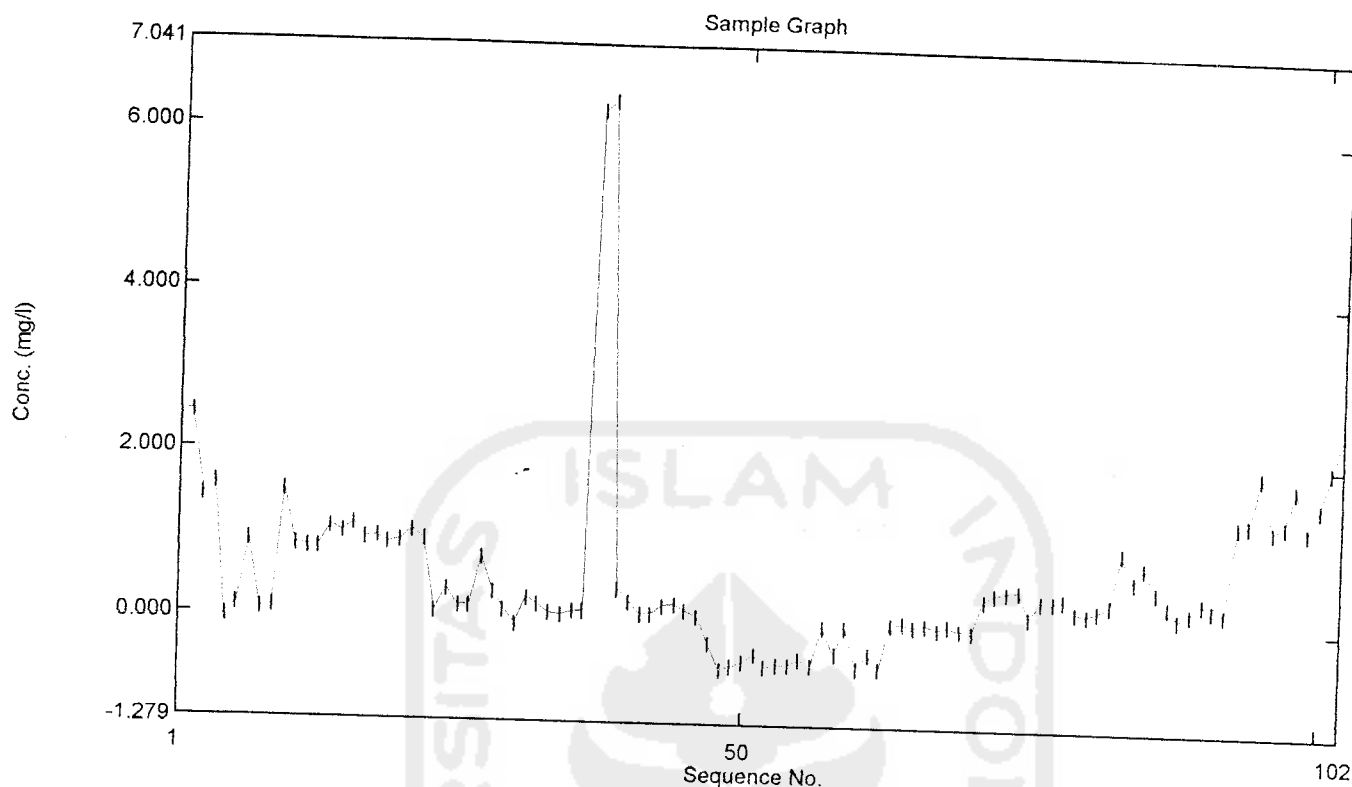
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL410.0	Comments
55	out 6.4 A	Unknown		-0.448	-0.023	
56	out 6.4 B	Unknown		-0.529	-0.030	
57	out 12.4 A	Unknown		-0.058	0.009	
58	out 12.4 B	Unknown		-0.369	-0.017	
59	out 6.5 A	Unknown		-0.062	0.009	
60	out 6.5 B	Unknown		-0.533	-0.031	
61	out 12.5 A	Unknown		-0.378	-0.018	
2	out 12.5 B	Unknown		-0.538	-0.031	
3	in 6.6 A	Unknown		0.006	0.015	
4	in 6.6 B	Unknown		0.013	0.015	
5	in 12.6 A	Unknown		-0.019	0.013	
6	in 12.6 B	Unknown		0.006	0.015	
	out 6.6 A	Unknown		-0.045	0.010	
	out 6.6 B	Unknown		-0.014	0.013	
	out 12.6 A	Unknown		-0.062	0.009	
	out 12.6 B	Unknown		-0.089	0.007	
	in 6.7 A	Unknown		0.320	0.041	
	in 6.7 B	Unknown		0.396	0.047	

# Sample Table Report

06/29/2006 11:30:03 AM

File Name: F:\NO3.pho



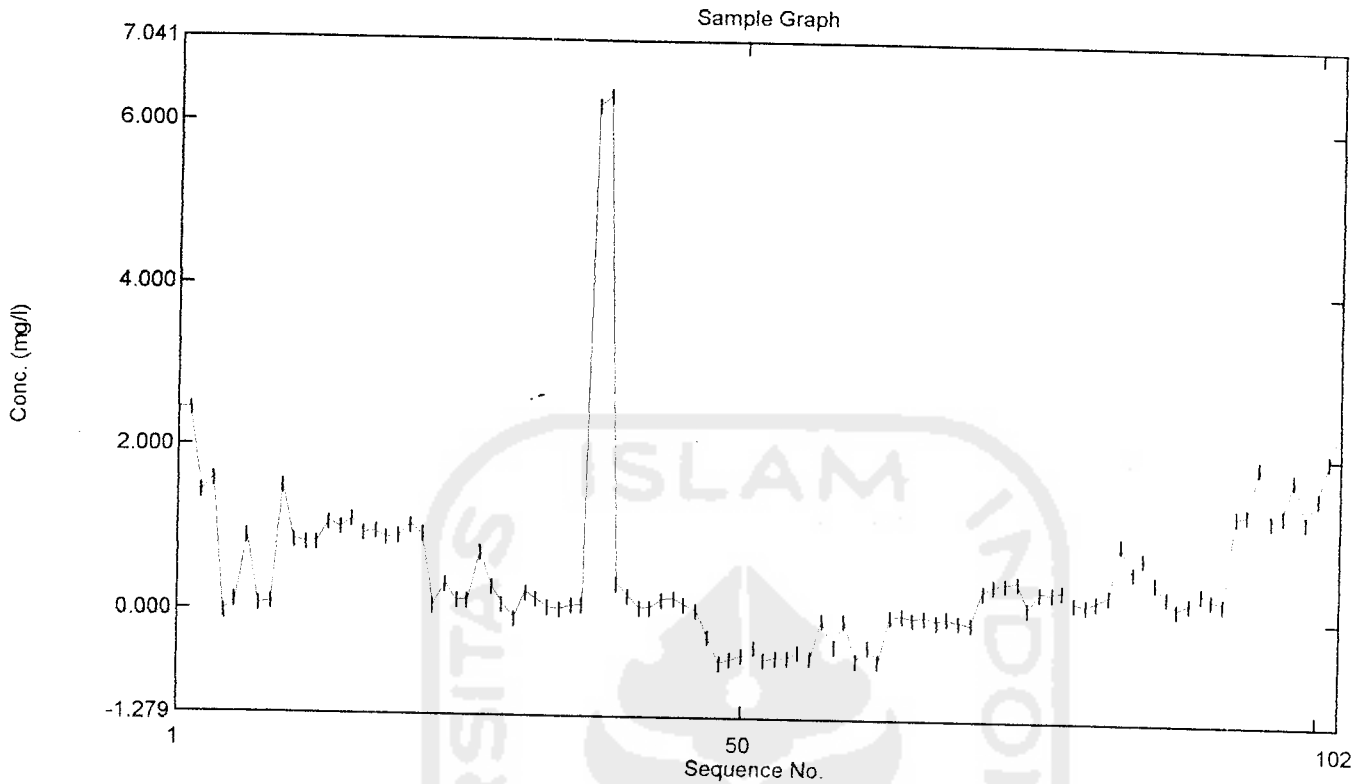
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL410.0	Comments
3	in 12.7 A	Unknown		0.423	0.050	
4	in 12.7 B	Unknown		0.445	0.052	
5	out 6.7 A	Unknown		0.127	0.025	
3	out 6.7 B	Unknown		0.310	0.040	
7	out 12.7 A	Unknown		0.307	0.040	
1	out 12.7 B	Unknown		0.349	0.043	
	in 6.8 A	Unknown		0.198	0.031	
	in 6.8 B	Unknown		0.166	0.028	
	in 12.8 A	Unknown		0.224	0.033	
	in 12.8 B	Unknown		0.300	0.039	
	out 6.8 A	Unknown		0.917	0.091	
	out 6.8 B	Unknown		0.582	0.063	
	out 12.8 A	Unknown		0.760	0.078	
	out 12.8 B	Unknown		0.457	0.052	
	in 6.9 A	Unknown		0.281	0.038	
	in 6.9 B	Unknown		0.154	0.027	
	in 12.9 A	Unknown		0.223	0.033	
	in 12.9 B	Unknown		0.349	0.043	

# Sample Table Report

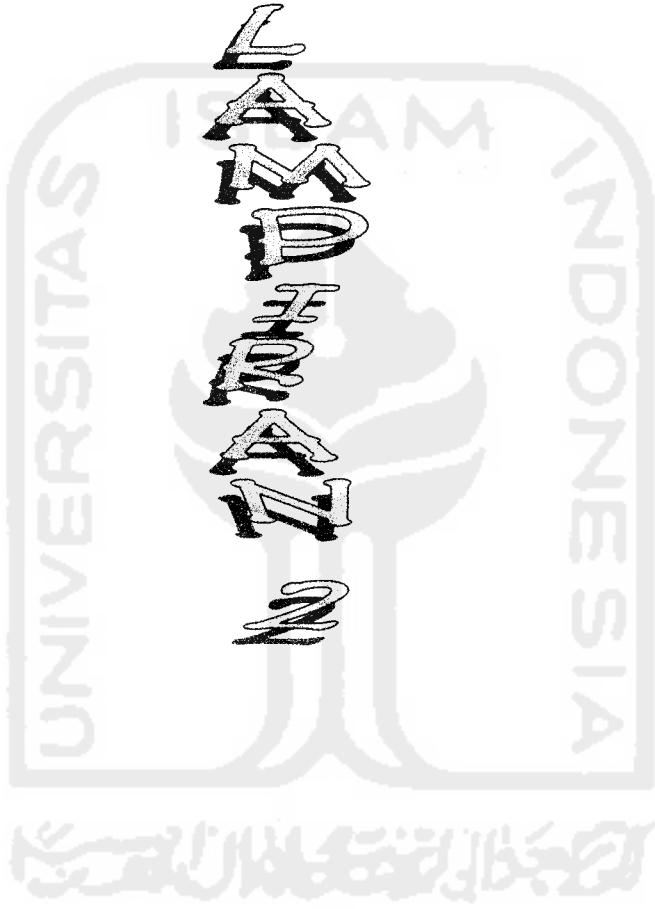
06/29/2006 11:30:03 AM

File Name: F:\NO3.pho



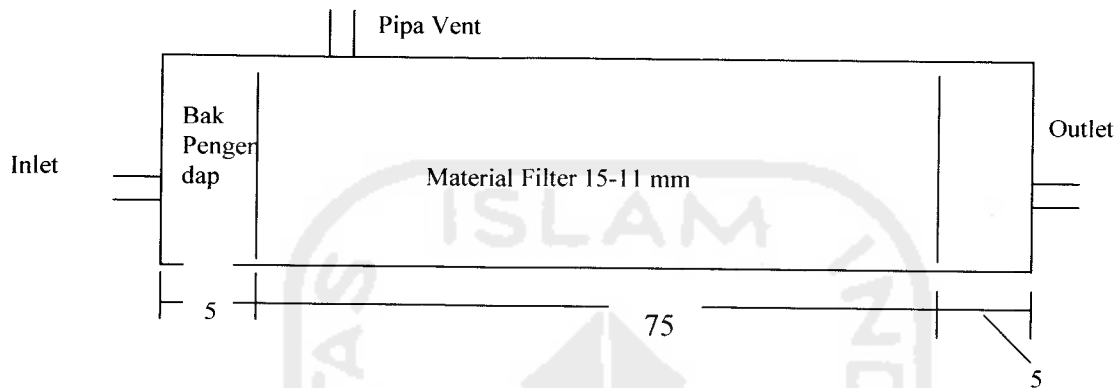
Sample Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL410.0	Comments
out 6.9 A	Unknown		0.275	0.037	
out 6.9 B	Unknown		0.230	0.033	
out 12.9 A	Unknown		1.288	0.122	
out 12.9 B	Unknown		1.322	0.125	
in 6.10 A	Unknown		1.922	0.176	
in 6.10 B	Unknown		1.259	0.120	
in 12.10 A	Unknown		1.332	0.126	
in 12.10 B	Unknown		1.765	0.162	
out 6.10 A	Unknown		1.252	0.119	
out 6.10 B	Unknown		1.554	0.145	
out 12.10 A	Unknown		2.003	0.182	
out 12.10 B	Unknown		2.470	0.222	



## Desain Reaktor

Reaktor yang direncanakan terbuat dari akrilik, yang dilengkapi dengan bak pengendapan dan outlet. Untuk desain reaktor yang akan digunakan pada penelitian ini adalah seperti pada gambar di bawah ini:



### Kriteria Desain:

1.  $V_f$  (kecepatan Filtrasi) = 0,3 – 1 m/jam
2. Ukuran Material Filter = 15 – 11 mm
3. Panjang Filter = 5 – 7 m
4. Tinggi ( H ) = 1 – 2 m
5. Lebar ( W ) = 4 – 5 m
6. Luas Permukaan ( A ) = 25 – 30 m<sup>2</sup>
7. HRT = 2 – 6 jam

### Dimensi bangunan:

$$L = 5 \text{ m} = 0,83 \text{ m} = 83 \text{ cm} \approx 85 \text{ cm}$$

$$W = 4 \text{ m} = 0,30 \text{ m} = 30 \text{ cm}$$

$$H = 1,5 \text{ m} = 0,25 \text{ m} = 25 \text{ cm}$$

$$\text{Volume} = P \times L \times T$$

$$= 0,85 \text{ m} \times 0,30 \text{ m} \times 0,25 \text{ m} = 0,064 \text{ m}^3$$

$$\text{Debit ( Q )} = \frac{V}{HRT} = \frac{0,064 \text{ m}^3}{6 \text{ jam}} = 0,0106 \text{ m}^3 = 10,6 \text{ L/jam}$$

$$V_f = \frac{Q}{A} = \frac{0,0106m^3 / jam}{0,3m \times 0,25m} = 0,14m / jam$$

$$HRT \text{ di media} = \frac{V}{Q} = \frac{0,85m \times 0,3m \times 0,25m}{10,6L / jam \times (1m^3 / 1000L)} = 6,01 jam$$

Langkah-langkah perhitungan Waktu Detensi berdasarkan EBDT (Empty Bed Detention Time), yaitu:

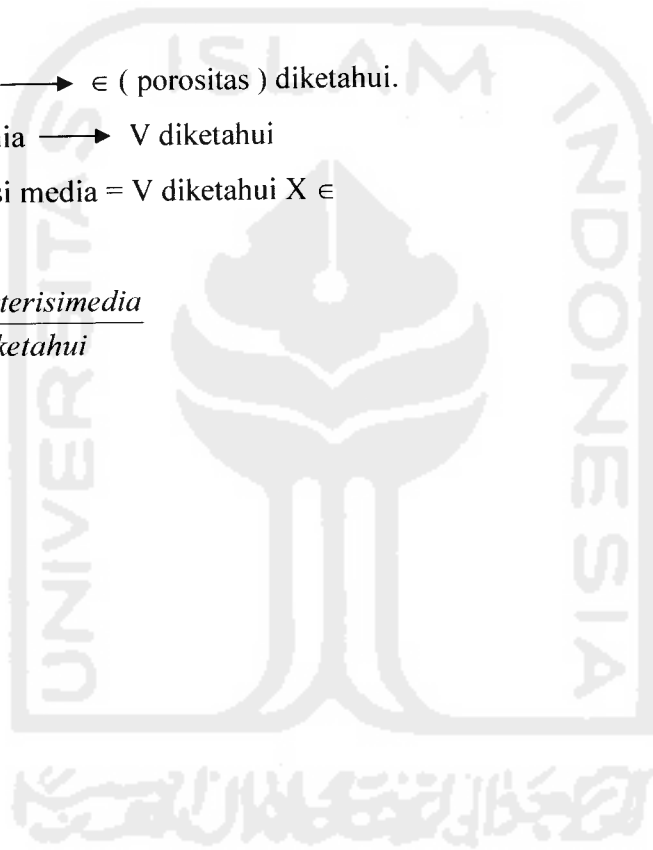
1. Diketahui  $\phi$  media  $\longrightarrow \epsilon$  (porositas) diketahui.

2. V reaktor terisi media  $\longrightarrow V$  diketahui

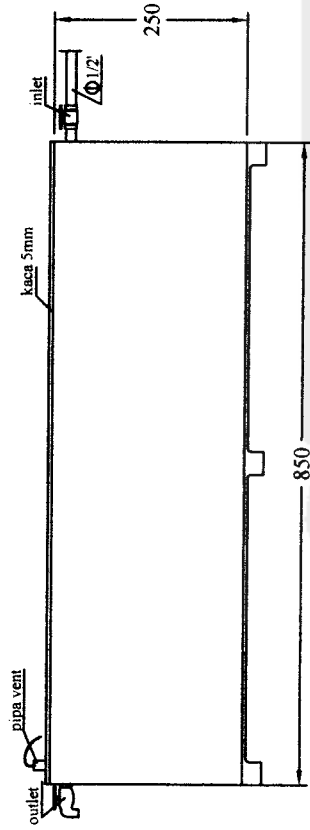
$$V \text{ reaktor terisi media} = V \text{ diketahui} \times \epsilon$$

3. Q diketahui

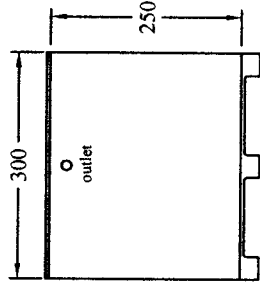
$$T_d = \frac{V_{\text{reaktor terisi media}}}{Q_{\text{diketahui}}}$$



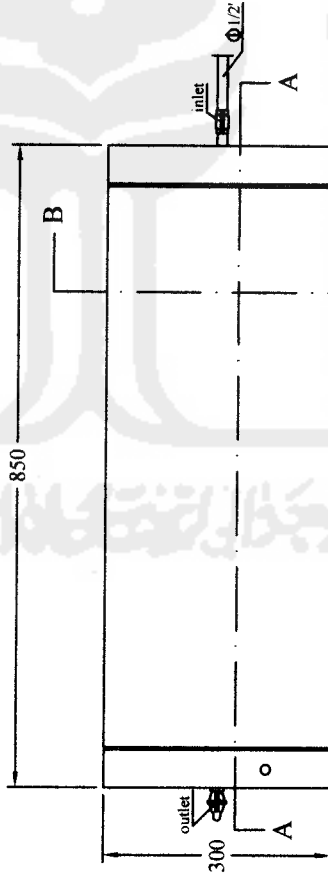




**TAMPAK SAMPING**



**TAMPAK DEPAN**

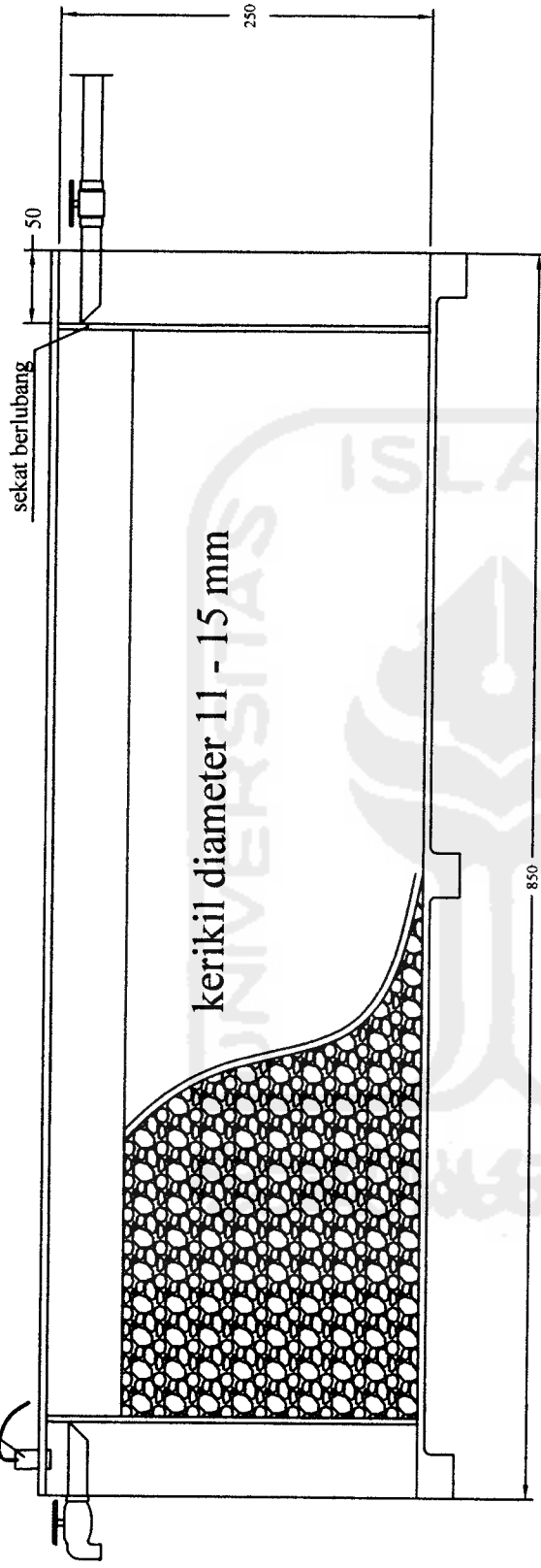


**TAMPAK ATAS**

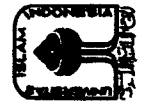


<p>JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA</p>	<b>TUGAS AKHIR</b>	<b>DISUSUN OLEH:</b>	<b>DOSEN PEMBIMBING 1:</b>	<b>PARAF 1:</b>
	EFEKTIFITAS ANAEROBIK HORIZONTAL ROUGHING FILTER DALAM MENURUNKAN TSS DAN NITRAT PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI BATIK	SRI WAHYUNINGSIH 01 513 042	Ir. H. KASAM, MT.	
			<b>DOSEN PEMBIMBING 2:</b>	<b>PARAF 2:</b>
			ANDIK YULIANTO, ST.	

ventilasi



## POTONGAN A - A



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

**TUGAS AKHIR**

EFEKTIVITAS ANAEROBIK HORIZONTAL  
ROUGHING FILTER DALAM  
MENURUNKAN TSS DAN NITRAT PADA  
LIMBAH CAIR INDUSTRI BATIK

**DISUSUN OLEH :**

SRI WAHYUNINGSIH  
01 513 042

**DOSEN PEMBIMBING 1 :**

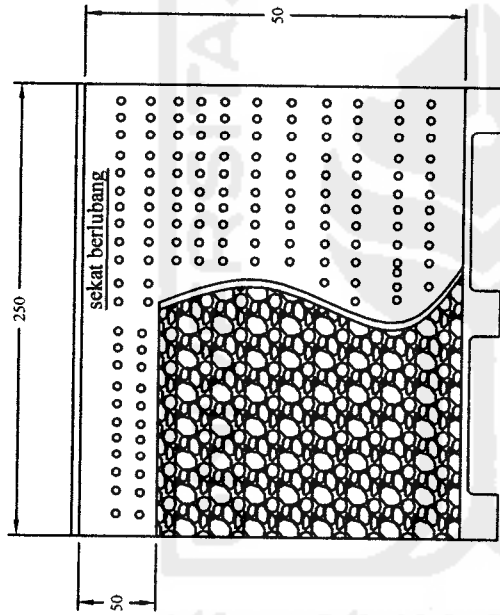
Ir. H. KASAM, MT.

**PARAF 1 :**

**DOSEN PEMBIMBING 2 :**

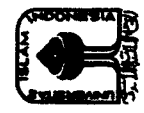
ANDIK YULIANTO, ST.

**PARAF 2 :**



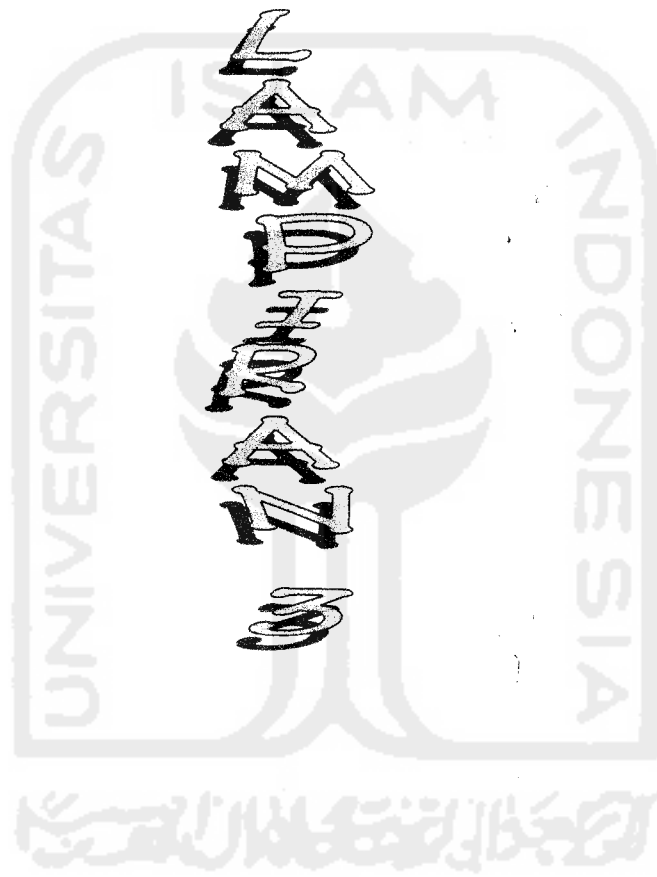
## POTONGAN B - B

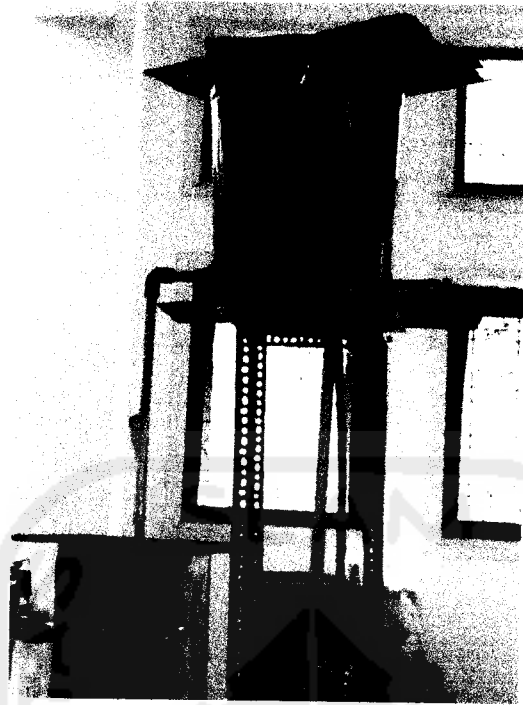
SKALA 1:5



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

<b>TUGAS AKHIR</b>	EFEKTIVITAS ANAEROBIK HORIZONTAL ROUGHING FILTER DALAM MENURUNKAN TSS DAN NITRAT PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI BATIK	<b>DISUSUN OLEH:</b>	SRI WAHYUNINGSIH 01 513 042
		<b>DOSEN PEMBIMBING 1:</b>	Ir. H. KASAM, MT.
		<b>DOSEN PEMBIMBING 2:</b>	ANDIK YULIANTO, ST.
		<b>PARAF 1:</b>	
		<b>PARAF 2:</b>	

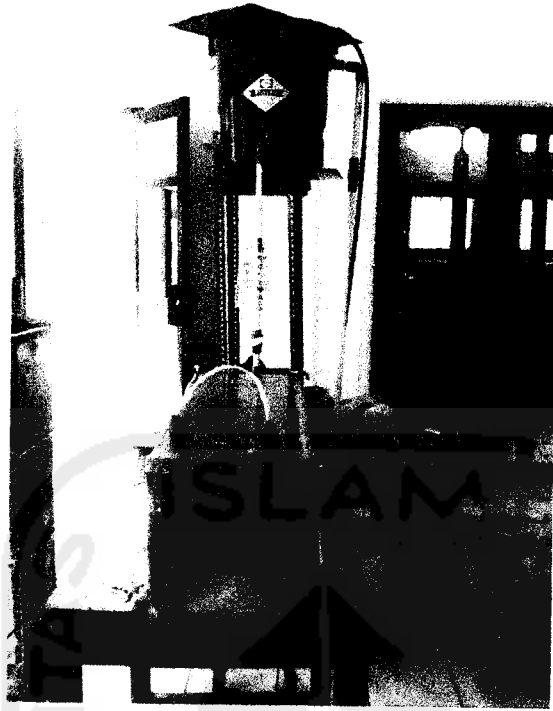




Gbr.1 Reservoir



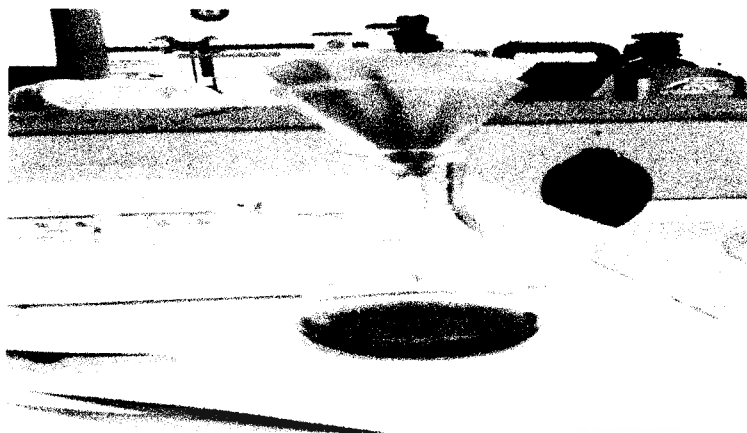
Gbr 2. Anaerobic Horizontal Roughing Filter Tampak Samping



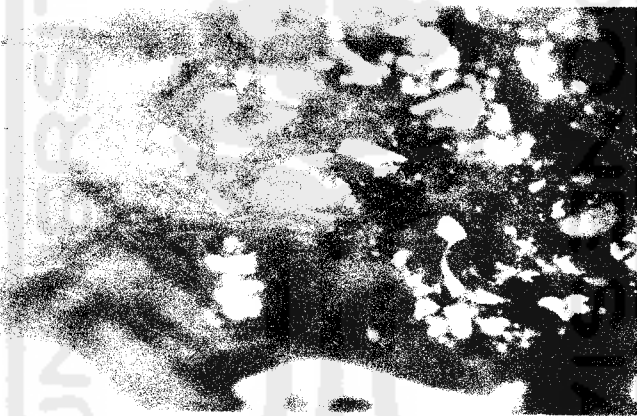
Gbr 3. Anaerobic Horizontal Roughing Filter Tampak Depan



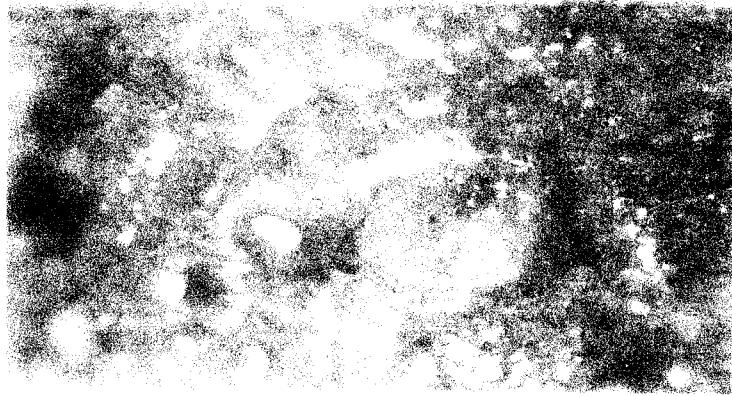
Gbr 4. Rangkaian Reaktor



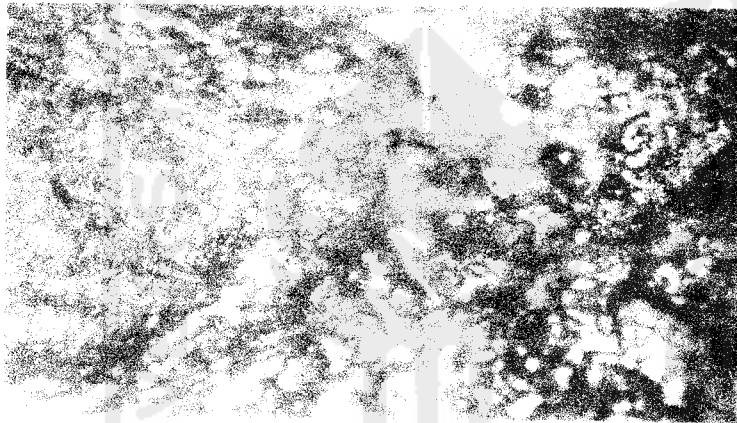
Gbr 5. Pemeriksaan TSS



Gbr 6. Lapisan Biofilm Bagian Inlet



Gbr 7. Lapisan Biofilm Bagian Tengah Reaktor



Gbr 8. Lapisan Biofilm Bagian Outlet



Gbr 9. Jaringan Penyusun Biofilm





LAMPIRAN I

KEPUTUSAN GUBERNUR KEPALA DAERAH Istimewa YOGYAKARTA

NOHOR : 201/KPTS/1998

TENTANG

BAKU MUTU LIMBAH CAIR BAGI KEGIATAN INDUSTRI  
DI PROPINSI DAERAH Istimewa YOGYAKARTA

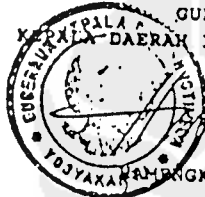
BAKU MUTU LIMBAH CAIR UNTUK INDUSTRI BATIK

PARAMETER	SATUAN	KADAR MAKSIMUM
BOD	mg/l	50
COD	mg/l	100
TSS	mg/l	200
Minyak dan lemak	mg/l	5
pH	6,0 - 9,0	

Yogyakarta, 10 NOPEMBER 1998

GUBERNUR

KEPALA DAERAH Istimewa YOGYAKARTA



RAMBANGKU BUWONO X





# STANDAR

SK SNI M-49-1990-03

## 47

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



DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM

DAFTAR RUJUKAN

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

" Hak Cipta dilindungi Undang-Undang "

## DAFTAR ISI

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

## I. DESKRIPSI

## 1.1 Maksud dan Tujuan

## 1.1.1 Maksud

Metode pengujian ini dimaksudkan sebagai pegangan dalam pelaksanaan pengujian kadar nitrat,  $\text{NO}_3$  dalam air.

## 1.1.2 Tujuan

Tujuan metode pengujian ini untuk memperoleh kadar nitrat dalam air.

## 1.2 Ruang Lingkup

Lingkup pengujian meliputi:

- 1) cara pengujian kadar nitrat yang terdapat dalam air antara 0,1-2,0 mg/L  $\text{NO}_3\text{-N}$ ;
- 2) penggunaan metode brusin dengan alat spektrofotometer pada panjang gelombang 410 nm.

## 1.3 Pengertian

Beberapa pengertian yang berkaitan dengan metode pengujian ini:

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

## II. CARA PELAKSANAAN

## 2.1 Peralatan dan Bahan Penunjang Uji

## 2.1.1 Peralatan

Peralatan yang digunakan terdiri atas:

- 1) spektrofotometer sinar tunggal atau sinar ganda yang mempunyai kisaran panjang gelombang 190-900 nm dan lebar celah 0,2-2,0 nm, serta telah dikalibrasi pada saat digunakan;
- 2) penangas air yang dilengkapi dengan pengatur suhu;
- 3) pipet mikro 250, 500 dan 1000  $\mu$ L;
- 4) labu ukur 100 dan 1000 mL;
- 5) gelas ukur 100 mL;
- 6) pipet ukur 10 mL;
- 7) labu erlenmeyer 50 mL;
- 8) gelas piala 100 dan 1000 mL.

## 2.1.2 Bahan Penunjang Uji

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

- 1) serbuk kalium nitrat,  $KNO_3$ ;
- 2) larutan natrium arsenit,  $NaAsO_2$ , 0,5%;
- 3) larutan campuran brusin dan asam sulfanilat;
- 4) asam klorida pekat,  $HCl$ ;
- 5) asam sulfat pekat,  $H_2SO_4$ ;
- 6) natrium klorida,  $NaCl$ , 30%;
- 7) air suling atau air demineralisasi yang mempunyai DHL 0,5-2,0  $\mu$ mhos/cm.

## 2.2 Persiapan Benda Uji

Siapkan benda uji dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) sediakan contoh uji yang telah diambil sesuai dengan Metode Pengambilan Contoh Uji Kualitas Air, SK SNI M- 02-1989-F;
- 2) ukur 50 mL contoh uji secara duplo dan masukkan ke dalam gelas piala 100 mL;



- 3) apabila mengandung sisa klor sampai 2,0 mg/L  $\text{Cl}_2$ , tambahkan 0,05 mL larutan natrium arsenit ke dalam 50 mL contoh uji;
- 4) apabila mengandung nitrit sampai 0,50 mg/L  $\text{NO}_2\text{-N}$ , tambahkan 1 mL asam sulfanilat ke dalam 50 mL contoh uji;
- 5) benda uji siap diuji.

### 2.3 Persiapan Pengujian

#### 2.3.1 Pembuatan Larutan Induk Nitrat, $\text{NO}_3\text{-N}$

Buat larutan induk nitrat 100 mg/L dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) larutkan 721,8 mg kalium nitrat,  $\text{KNO}_3$ , dengan 100 mL air suling di dalam labu ukur 1000 mL;
- 2) tambahkan air suling sampai tepat pada tanda tera.

#### 2.3.2 Pembuatan Larutan Baku Nitrat, $\text{NO}_3\text{-N}$

Buat larutan baku nitrat dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) pipet 0,00; 0,25; 0,50; 1,00 dan 2,00 mL larutan induk nitrat dan masukkan masing-masing ke dalam labu ukur 100 mL;
- 2) tambahkan air suling sampai tepat pada tanda tera sehingga diperoleh kadar nitrat-N 0,00; 0,25; 0,50; 1,00 dan 2,00 mg/L.

#### 2.3.3 Pembuatan Kurva Kalibrasi

Buat kurva kalibrasi dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) optimalkan alat spektrofotometer sesuai petunjuk penggunaan alat untuk pengujian kadar nitrat;
- 2) pipet 10 mL larutan baku secara duplo kemudian masukkan ke dalam labu erlenmeyer 50 mL;
- 3) tambahkan 2 mL larutan  $\text{NaCl}$  dan 10 mL larutan asam sulfat, aduk perlahan-lahan dan biarkan sampai dingin;
- 4) tambahkan 0,50 mL larutan campuran brusin-asam sulfanilat, aduk perlahan-lahan dan panaskan diatas penangas air pada suhu tidak melebihi  $95^\circ\text{C}$  selama 20 menit kemudian dinginkan;
- 5) masukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer, baca dan catat serapan-masuknya;
- 6) apabila perbedaan hasil pengukuran secara duplo lebih besar dari 2%, periksa keadaan alat dan ulangi tahapan 2) sampai 5), apabila perbedaannya lebih kecil atau sama dengan 2%, rata-ratakan hasilnya;

- 7) buat kurva kalibrasi berdasarkan data langkah 5) di atas atau tentukan persamaan garis lurus nya.

#### 2.4 Cara Uji

Uji kadar nitrat-N dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) pipet 10 mL benda uji kemudian masukkan ke dalam labu erlenmeyer 50 mL;
- 2) tambahkan 2 mL larutan NaCl dan 10 mL larutan asam sulfat, aduk perlahan-lahan dan biarkan sampai dingin;
- 3) tambahkan 0,50 mL larutan campuran brusin-asam sulfanilat, aduk perlahan-lahan dan panaskan diatas penangas air pada suhu tidak melebihi 95°C selama 20 menit kemudian dinginkan;
- 4) masukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer, baca dan catat serapan-masuknya.

#### 2.5 Perhitungan

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

- 1) selisih kadar maksimum yang diperbolehkan antara dua pengukuran duplo adalah 2%, rata-ratakan hasilnya;
- 2) apabila hasil perhitungan kadar nitrat-N lebih besar dari 2,00 mg/L, ulangi pengujian dengan cara mengencerkan benda uji.

#### 2.6 Laporan

Catat pada formulir kerja hal-hal sebagai berikut:

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

### 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 naikkan secara perlahan-lahan hingga keping secchi persis terlihat kembali, catat kedalamannya (kedalaman II).

### 3.4.4 Perhitungan

Pengukuran kejernihan dihitung dengan rumus :

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

## 3.5 Residu Total

### 3.5.1 Prinsip Kerja

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

### 3.5.2 Gangguan

Gangguan yang ada dalam pemeriksaan residu total terlebih dahulu dipisahkan.

Beberapa gangguan pengujian antara lain :

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

### 3.5.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan terdiri atas:

- 1) cawan penguap berkapasitas 100 mL dan berdiameter 90 mm yang terbuat dari porselen atau platina atau silika berkualitas tinggi;
- 2) tanur untuk pemanasan pada suhu  $550 \pm 50$  °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  $550 \pm 50$  °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  $\mu\text{m}$  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  $\mu\text{m}$  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 nirkarat 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  $\mu\text{m}$  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  $550 \pm 50$   $^{\circ}\text{C}$ ;
- 3) penangas air;