

TA/TL/2006/0112

PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HADIAN/BELI	
TGL. TERIMA :	28 April 2007
NO. JUDUL :	002385
NO. INV. :	920002385001
NO. INDEK :	

TUGAS AKHIR

**EFEKTIFITAS ANAEROBIK
HORIZONTAL ROUGHING FILTER DALAM
MENURUNKAN COD DAN WARNA
PADA AIR BUANGAN INDUSTRI BATIK**

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

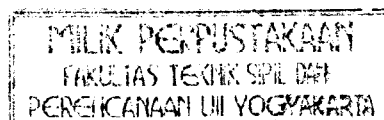


Oleh :

WIWIN HARTANTI

01 513 041

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



LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**EFEKTIFITAS ANAEROBIK *HORIZONTAL ROUGHING*
FILTER DALAM MENURUNKAN COD DAN WARNA
PADA AIR BUANGAN INDUSTRI BATIK**

Nama : WIWIN HARTANTI


No. Mahasiswa : 01 513 041

Program Studi : Teknik Lingkungan

Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh:

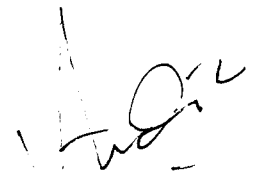
IR. H. KASAM, MT

Dosen Pembimbing I


Tanggal : 6-9-2006

ANDIK YULIANTO, ST

Dosen Pembimbing II


Tanggal : 9/9 06

*Kupersembahkan untuk :
Bapak dan Ibu Tercinta,
Mamakku Tersayang,
Kakakku Tari, Adi, Diyah, dan
Adikku Dedek,
Terima kasih atas semua senyum,
do'a yang tulus,
Juga atas semua pengorbanannya.
I Love U All.*



Motto

"...Katakanlah, 'Apakah sama orang yang mengetahui dengan orang yang tidak mengetahui?' Sesungguhnya orang - orang yang berakallah yang dapat menerima pelajaran."

(Q.S. Az Zumar: 9)

"Kita tidak bisa menjadi bijaksana dengan kebijaksanaan orang lain, tapi kita bisa berpengetahuan dengan pengetahuan orang lain."

(Michel de Montaigne)

KATA PENGANTAR



Assalamu”alaikum Wr.Wb.

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya yang diberikan kepada penyusun, shalawat serta salam kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan para pengikutnya sampai akhir zaman, sehingga laporan Tugas Akhir dengan judul **“EFEKTIFITAS ANAEROBIK *HORIZONTAL ROUGHING FILTER* DALAM MENURUNKAN COD DAN WARNA PADA AIR BUANGAN INDUSTRI BATIK”** dapat diselesaikan dengan baik. Tugas Akhir ini dilaksanakan sebagai prasyarat dalam menempuh jenjang Strata Satu (S-1) pada Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Selama mengerjakan Tugas Akhir dan dalam penyusunan laporan, tak lepas dari hambatan dan tantangan, namun berkat motivasi, informasi dan konsultasi dari berbagai pihak akhirnya semua dapat diatasi. Untuk itu tidak berlebihan, penyusun menyampaikan rasa hormat sebagai rasa ungkapan terima kasih kepada:

1. Bapak Luqman Hakim, MSc., selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan.
2. Bapak Ir. H. Kasam, MT., selaku Dosen Pembimbing I.

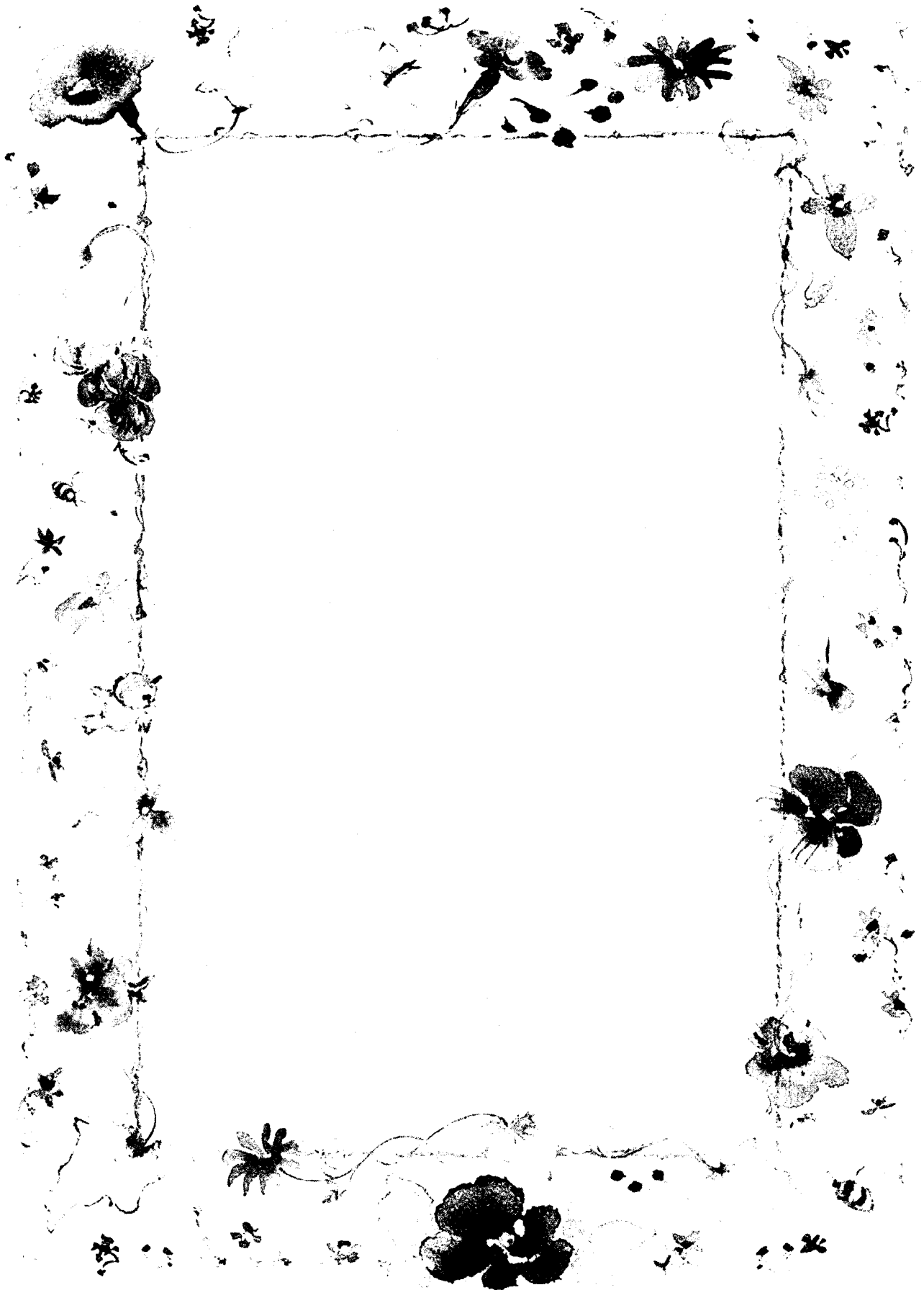
3. Bapak Andik Yulianto, ST., selaku Dosen Pembimbing II.
4. Bapak Tasyono dan Iwan Ardianta, selaku Laboran.
5. Bapak dan Ibu yang selalu memberikan motivasi.
6. Semua pihak yang tidak dapat disebut satu persatu yang telah banyak membantu hingga selesainya penyusunan laporan Tugas Akhir ini.

Besar harapan penyusun laporan ini dapat bermanfaat kepada penulis khususnya dan bagi pembaca umumnya, Amin.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Yogyakarta, Agustus 2006

Wiwin Hartanti



DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Persembahan	iii
Motto	iv
Kata Pengantar	v
Ucapan Terima Kasih	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar	xii
Daftar Tabel	xiii
Daftar Lampiran	xiv
ABSTRAK	xv
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	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Pematikan	5

2.2. Air Limbah Batik.....	9
2.2.1. Karakteristik Air Limbah Batik.....	9
2.2.2. Bahan Pencemar Limbah Batik.....	12
2.3. Pengolahan Air Limbah Batik.....	13
2.4. Pengolahan Air Limbah Secara Biologi.....	17
2.4.1. Proses Pengolahan Air Limbah Secara Anaerobik.....	18
2.4.2. Pengertian Proses Anaerobik.....	19
2.4.3. Mikroorganisme Dalam Proses Anaerobik.....	20
2.4.4. Mekanisme Proses Anaerobik.....	21
2.4.5. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Proses Anaerobik.....	25
2.5. Pengolahan Air Buangan Dengan Roughing Filter.....	28
2.5.1. Teknologi Roughing Filter.....	28
2.5.2. Bagian Penting Dari Roughing Filter.....	30
2.5.3. Pembersihan Filter.....	32
2.6. Parameter-parameter Penelitian.....	34
2.7. Hipotesa.....	41
BAB III METODE PENELITIAN.....	42
3.1. Jenis Penelitian.....	42
3.2. Lokasi Penelitian.....	42
3.3. Obyek Penelitian.....	42
3.4. Kerangka Penelitian.....	42

3.5. Parameter dan Variabel Penelitian.....	44
3.5.1. Parameter Penelitian dan Metode uji.....	44
3.5.2. Variabel Penelitian.....	44
3.6. Tahapan Penelitian.....	45
3.6.1. Persiapan Alat.....	45
3.6.2. Proses Seeding.....	45
3.6.3. Proses Aklimasi.....	46
3.6.4. Prosedur Penelitian.....	46
3.7. Analisa Data.....	47
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	49
4.1. Hasil Penelitian.....	49
4.1.1. Hasil Penelitian Terhadap Parameter COD.....	51
4.1.2. Hasil Penelitian Terhadap Parameter Warna.....	52
4.2. Analisa Data.....	53
4.2.1. Analisa COD.....	53
4.2.2. Analisa Warna.....	54
4.3 Pembahasan.....	55
4.3.1 COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>).....	56
4.3.2 Warna.....	59

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	63
5.1 Kesimpulan.....	63
5.2 Saran.....	64

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Alur Proses Pembuatan Batik Beserta Limbahnya.....	8
Gambar 2.2.	Lay Out Umum Dari Roughing Filter.....	29
Gambar 2.3.	Bagian Penting Dari Roughing Filter.....	30
Gambar 2.4.	Tahapan Perubahan Naphtalen Menjadi Indigo.....	36
Gambar 2.5.	Tahapan Perubahan Indican Menjadi Indigo.....	37
Gambar 2.6.	Reaksi Pelarutan Naphtol Menjadi Naphtolat.....	41
Gambar 2.7.	Reaksi Pewarnaan Naphtol.....	41
Gambar 3.1.	Diagram Alir Penelitian.....	43
Gambar 3.2.	Reaktor Penelitian.....	47
Gambar 4.1.	Grafik Konsentrasi COD.....	54
Gambar 4.2.	Grafik Konsentrasi Warna.....	55
Gambar 4.3.	Proses Degradasi Warna Secara Anaerob.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Zat Pencemar Dalam Limbah Batik Cair Pada Proses Pembuatan Batik.....	12
Tabel 2.2.	Karakteristik Limbah Cair Industri Kecil Batik.....	13
Tabel 2.3.	Baku Mutu Limbah Cair Untuk Industri Batik.....	13
Tabel 3.1.	Parameter Penelitian dan Metode Uji.....	44
Tabel 4.1.	Data Konsentrasi COD dan Efisiensinya.....	51
Tabel 4.2.	Data Konsentrasi Warna dan Efisiensinya.....	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Keputusan Gubernur Kepala DIY No : 281/KPTS/1998

Lampiran 2 : Data Hasil Penelitian

Analisa Data Dengan Uji – t

Lampiran 3 : Gambar Unit dan Potongan Anaerobik Horizontal Roughing Filter

Lampiran 4 : Hasil Uji Fotomikroskop

Lampiran 5 : Dokumentasi Penelitian

Lampiran 6 : SNI Kualitas Air

ABSTRAK

Batik di Indonesia merupakan salah satu kebudayaan nasional yang bernilai tinggi, dan perlu dikembangkan. Dalam proses produksinya, industri batik banyak menggunakan bahan-bahan kimia dan air. Bahan kimia ini biasanya digunakan pada proses pewarnaan atau pencelupan. Air bekas proses pembuatan batik yang menggunakan bahan-bahan kimia banyak mengandung zat pencemar/racun yang dapat mengakibatkan gangguan terhadap lingkungan, kehidupan manusia, binatang maupun tumbuh-tumbuhan. Zat warna dapat mengakibatkan penyakit kulit dan kanker kulit. Apabila air buangan batik ini dialirkan langsung ke lingkungan, tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu maka akan menurunkan kualitas lingkungan dan merusak kehidupan yang ada di lingkungan tersebut. Oleh karena itu diperlukan adanya pengolahan terlebih dahulu guna mencegah terjadinya pencemaran lingkungan.

Berdasarkan permasalahan tersebut perlu dilakukan suatu usaha untuk menurunkan parameter pencemar dengan pengolahan secara biologi yaitu dengan memanfaatkan sekelompok mikroorganisme untuk mengolah dan menurunkan kandungan pencemar.

Penelitian ini menggunakan Reaktor Anaerobic Horizontal Roughing Filter dengan $L=850$ mm, $W=300$ mm, dan $H=250$ mm, serta memanfaatkan batu kali yang berukuran antara 11-15 mm sebagai media filter di dalam reaktor. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui prosentase penurunan COD dan warna pada air buangan Industri Batik. Setelah dilakukan seeding dan aklimasi, tahap selanjutnya adalah mengalirkan air limbah dan melakukan pengujian yang berdasarkan pada SNI tahun 2001 dari Bidang Pekerjaan Umum tentang kualitas air.

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa Reaktor Anaerobik Horizontal Roughing Filter dapat menurunkan COD dan warna, dengan prosentase penurunan rata-rata sebesar 21.91% untuk COD dan 3.04% untuk warna. Setelah dilakukan analisa dengan Uji-t diperoleh bahwa penurunan tersebut masing-masing diketahui tidak signifikan.

Kata kunci : Roughing Filter, Limbah Batik, Proses Anaerobik, COD, dan Warna.

ABSTRACT

Batik in Indonesia represent one of high valuable national culture, and require to be develop. In process of this production, batik industry a lot of using chemicals and water. This chemicals is usually used at process of coloration or dipping. Trace water process of batik using chemicals much containing contaminant/poison which can result the trouble to environment, human life, animal and also flora. The colour substance can result the skin disease and cancer. If this batik wastewater is conducted direct to environment, without existence of treatment before so will decrease the quality environment and damage exist in the environment. Is therefore needed by the existence of processing beforehand utilize to prevent the happening of environmental contamination.

Pursuant to the problem require to be conducted by an effort to degrade the parameter of contaminant with the biologically treatment that is by exploiting a group of microorganism for the treat and degrade the content of contaminant.

This research use the reactor of Anaerobic Horizontal Roughing Filter by L=850 mm, W=300 mm, and H=250 mm, and also exploit the river stone with size between 11-15 mm as filter bed in reactor. This research aim to to know the prosentase of degradation of COD and colour at Industrial discard water of Batik. After conducted by seeding and aklimasi, phase here in after is to make follow the wastewater and conduct the examination which is pursuant to SNI years 2001 from area of public work about water quality.

From research result obtained that reactor of Anaerobic Horizontal Roughing Filter can degrade the COD and colour, by prosentase is mean degradation of equal to 21.91% for the COD and 3.04% for the colour. After conducted by analysis with Uji-t is obtained that the degradation each known do not significant.

Keyword : Roughing Filter, Wastewater of batik, Anaerobic Process, COD and colour.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam kehidupan sehari-hari, manusia tidak terlepas dalam menghasilkan suatu bahan yang tidak diperlukan yang disebut dengan buangan atau limbah. Dengan bertambah majunya tingkat hidup seseorang, maka akan bertambah banyak dan lebih beragam pula limbah yang dihasilkan, dan pada akhirnya harus dibuang di alam sekitarnya.

Industri merupakan suatu jawaban terhindarnya tekanan penduduk terhadap lahan pertanian. Perlu diperhatikan bahwa industri merupakan salah satu sektor pembangunan yang sangat potensial untuk merusak/mencemari lingkungan. Apabila hal ini tidak mendapat perhatian yang serius maka ada kesan bahwa antara industri dan lingkungan hidup tidak berjalan seiring, dalam arti semakin maju industri akan semakin rusak lingkungan hidup itu. Kenyataannya memang pembuangan limbah ke lingkungan itu diijinkan, asalkan tidak menyebabkan lingkungan itu rusak sehingga tidak dapat dipergunakan lagi sesuai peruntukannya. Oleh karena itulah industri harus mengolah limbahnya yang akan dibuang ke lingkungan sehingga tidak merusak lingkungan.

Berkembangnya sektor industri di Daerah Istimewa Yogyakarta dapat menjadikan propinsi ini tidak hanya dikenal sebagai kota pelajar dan kota budaya, melainkan dikenal juga sebagai daerah industri yang terbukti dengan banyak

berdirinya beberapa jenis industri. Salah satu dari sekian banyak jenis industri adalah industri batik.

Dalam proses produksinya, industri batik banyak menggunakan bahan-bahan kimia dan air. Bahan kimia ini biasanya digunakan pada proses pewarnaan atau pencelupan. Pada umumnya polutan yang terkandung dalam limbah industri batik dapat berupa padatan tersuspensi, atau zat organik. Air bekas proses pembuatan batik yang menggunakan bahan-bahan kimia banyak mengandung zat pencemar/racun yang dapat mengakibatkan gangguan terhadap lingkungan, kehidupan manusia, binatang maupun tumbuh-tumbuhan. Zat warna dapat mengakibatkan penyakit kulit, dan yang sangat membahayakan adalah dapat mengakibatkan kanker kulit (Sugiharto, 1987). Oleh karena itu apabila air buangan batik ini dialirkan langsung ke lingkungan, tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu maka akan menurunkan kualitas lingkungan dan merusak kehidupan yang ada di lingkungan tersebut.

Berdasarkan permasalahan tersebut perlu dilakukan suatu usaha untuk menurunkan parameter pencemar dengan pengolahan secara biologi yaitu dengan memanfaatkan sekelompok mikroorganisme untuk mengolah dan menurunkan kandungan pencemar.

Sebagai salah satu alternatif pengolahan untuk menurunkan konsentrasi pencemar dengan parameter COD dan warna ini yang dapat dilakukan adalah pengolahan dengan menggunakan Anaerobik *Horizontal Roughing Filter*.

Berdasarkan hal tersebut, maka pada penelitian Tugas Akhir ini untuk mengolah air buangan industri batik akan digunakan Anaerobik *Horizontal Roughing Filter* untuk menurunkan kandungan COD dan warna.

Diharapkan dari hasil pengolahan dengan alat ini, konsentrasi pencemar dengan parameter COD dan warna dapat diturunkan, sehingga apabila dibuang ke lingkungan tidak menimbulkan kerusakan dan penurunan kualitas lingkungan baik lingkungan hidup perairan maupun lingkungan hidup lainnya.

1.2. Rumusan Masalah

Apakah Anaerobik *Horizontal Roughing Filter* dapat menurunkan konsentrasi COD dan warna pada air buangan industri batik.

1.3. Tujuan Penelitian

Anaerobik *Horizontal Roughing Filter* digunakan untuk mengetahui prosentase penurunan COD dan warna pada air buangan industri batik.

1.4. Manfaat Penelitian

Penggunaan Anaerobik *Horizontal Roughing Filter* pada penelitian ini diharapkan dapat dijadikan salah satu alternatif pengolahan untuk menurunkan kadar COD dan warna pada air buangan industri batik.

1.5. Batasan Masalah

- a) Sumber limbah yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah yang berasal dari industri batik Nakula Sadewa.
- b) Parameter yang diteliti adalah COD dan warna.
- c) Ukuran media gravel yang digunakan adalah sama, yaitu 15 – 11 mm.
- d) Tidak melakukan pengujian terhadap jenis bakteri dan gas methan yang terbentuk.
- e) Pemeriksaan parameter dilakukan hanya 1 hari sekali untuk parameter warna dan 2 hari sekali untuk parameter COD.
- f) Pengaliran air buangan dilakukan secara kontinyu.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pematikan

Pematikan atau membuat batik adalah suatu proses pekerjaan dari mori batik menjadi kain batik.

Secara umum proses pematikan terdiri dari 5 tahap, yaitu :

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, gajih atau lemak binatang, minyak kelapa, dan lilin batik bekas lorodan, tetapi tidak semua bahan tersebut di atas ada dalam pembuatan lilin batik.

2. Proses pematikan

Adalah proses pelekatan lilin batik pada mori batik sesuai dengan pola yang diinginkan. Ada 2 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 tahapan pematikan dengan alat canting tulis dikerjakan pada dua permukaan.

b) Pelekatan lilin dengan alat cap, urutan pengerjaannya adalah 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.

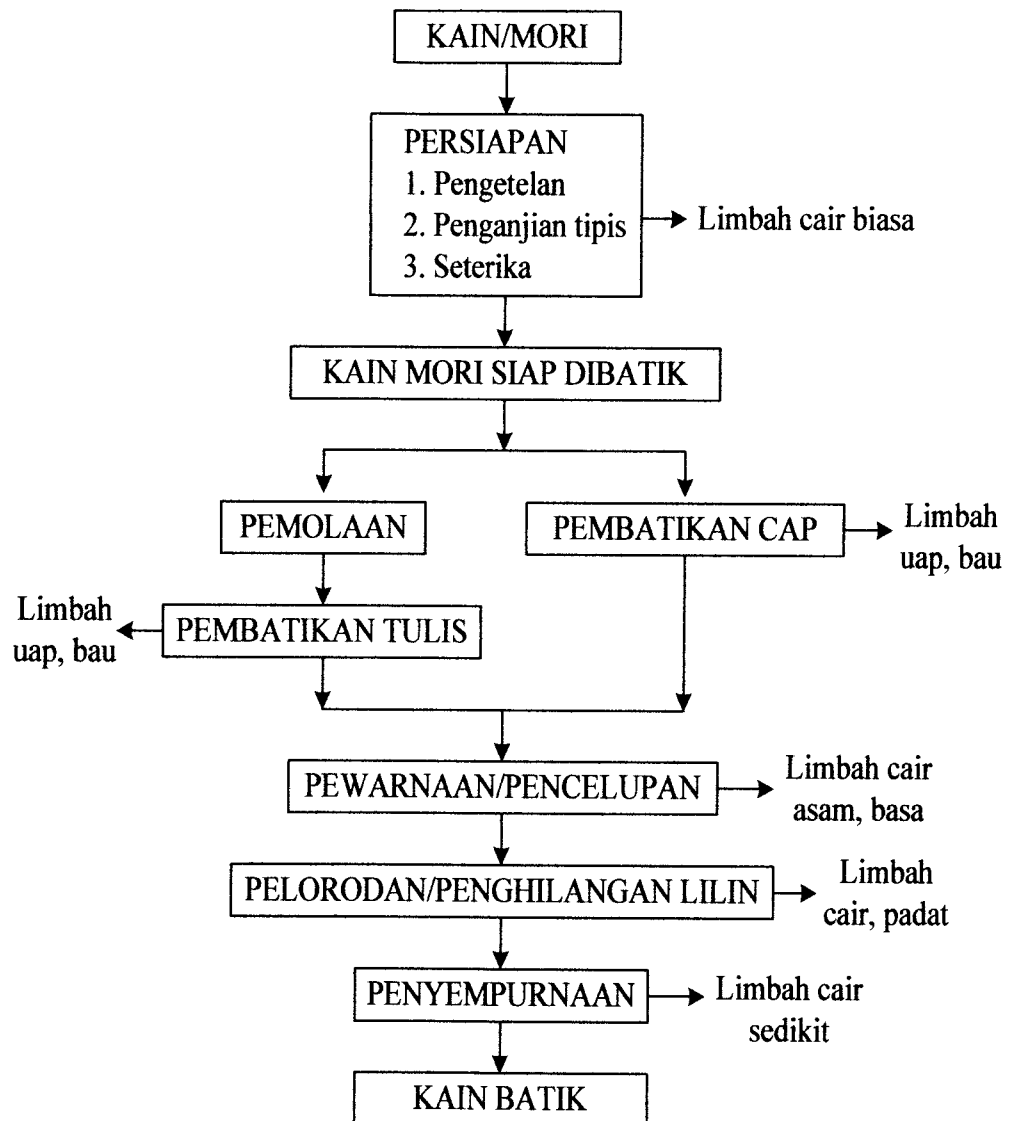
4. Proses pelepasan lilin batik

Terdiri dari 2 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 dalam larutan kostik soda.
- b) Proses lorodan (proses pelepasan seluruh lilin), adalah proses pelepasan lilin batik dengan cara direbus dalam air mendidih yang diberi kanji atau soda atau 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

2.2. Air Limbah Batik

Air limbah batik adalah kotoran yang berasal dari industri batik yang di dalamnya 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).

2.2.1. 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

Parameter 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 kimia merupakan padatan terlarut misalnya : larutan zat warna reaktif, kostik soda, asam, zat pembasah. Sedang yang merupakan padatan koloid dan tersuspensi misalnya : gabungan zat warna Naphtol 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 (*Biological 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 reaksi penguraian zat organik tersebut diambil lima hari sehingga sering ditulis dengan BOD₅.

b. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Chemical Oxygen Demand merupakan banyaknya oksigen dalam ppm atau mg/l yang dibutuhkan pada kondisi khusus untuk menguraikan benda organik secara kimiawi (Sugiharto, 1987). COD juga merupakan parameter yang digunakan untuk menentukan bahan-bahan organik yang ada di dalam air.

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

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 adapula yang bersifat basa.

d. Logam berat

Zat warna merupakan senyawa aromatik kompleks yang pada umumnya sukar diuraikan. 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 seperti : senyawa-

senyawa khrom asetat, kalium bikromat, kalium permanganat. Zat warna Ergan Soga dan zat-zat pembantu seperti di atas sudah tidak dipakai lagi dalam pematikan.

2.2.2. Bahan Pencemar Limbah Batik

Pada setiap proses pembuatan batik akan menimbulkan bahan yang dapat mencemari lingkungan seperti dilihat pada Tabel 2.1. dan karakteristik limbah cair industri batik pada Tabel 2.2.

Tabel 2.1. Zat Pencemar dalam Limbah Batik Cair Pada Proses Pembuatan Batik

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

(Sumber : Anonim, 1997)

Tabel 2.2. Karakteristik Limbah Cair Industri Kecil Batik

No	Parameter	Satuan	Nilai
1.	pH	-	5.8
2.	BOD	mg/l	1260
3.	COD	mg/l	3039.7
4.	TSS	mg/l	855
5.	Minyak/Lemak	mg/l	60.0
6.	Phenol	mg/l	0.926
7.	Warna	PtCo	185
8.	Nitrat	mg/l	82.17
9.	Cr	mg/l	0.0
10.	Sisa Klor	mg/l	-

(Sumber : Anonim, 1997)

Tabel 2.3. Baku Mutu Limbah Cair Untuk Industri Batik

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
1.	BOD	mg/l	50
2.	COD	mg/l	100
3.	TSS	mg/l	200
4.	Minyak dan lemak	mg/l	5
5.	pH		6,0 – 9,0

(Sumber : Kep. Gubernur Kepala DIY No : 281/KPTS/1998)

2.3. 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).

Biaya yang diperlukan untuk mengolah air limbah antara lain ditentukan oleh tujuan pengolahan air limbah, apakah air limbah hanya akan diolah dengan tujuan akan dibuang, atau akan diolah untuk dipergunakan kembali. Pengolahan air limbah dengan tujuan untuk dipergunakan kembali, biasanya akan memerlukan biaya yang lebih besar dibandingkan apabila pengolahan air limbah hanya akan dibuang ke lingkungan. Lingkungan/badan air tempat pembuangan air limbah juga menentukan sampai seberapa jauh pengolahan air limbah harus dilaksanakan (Ir. Valentinus Darsono, Ms, 1995).

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 pada 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.

- b) Reaktor pertumbuhan lekat, di dalam reaktor ini mikroorganisme tumbuh di atas media pendukung dengan membentuk lapisan film untuk melekatkan dirinya. Pertumbuhan mikroba akan melekat bila mikroorganisme tumbuh pada medium padat sebagai pendukung dan aliran limbah kontak dengan mikroorganisme.

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. Proses ini dibutuhkan periode 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 diantara limbah dan lapisan cairan dalam permukaan mikroba.

Bahan organik dalam limbah dipindahkan ke dalam lapisan cairan dan produk hasil metabolisme limbah 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 telah dihilangkan, daur ini berlangsung secara kontinyu.

Proses pengolahan secara biologi pada prinsipnya dibedakan menjadi tiga jenis :

- Proses aerob, yang berlangsung dengan adanya oksigen,
- Proses anaerob, adalah proses yang terjadi karena aktivitas mikrobial yang dilakukan pada saat tidak terdapat oksigen bebas,
- Proses fakultatif, adalah kombinasi aerobik dan anaerobik pada jenis mikroorganisme berklorofil *phytoflagellata*, dan ganggang hidup disini. Dengan mengkonsumsi anorganik material dan CO₂ yang dihasilkan bakteri dalam dekomposisi bahan organik (Metcalf and Eddy, 2003).

2.4. Pengolahan Air Limbah Secara Biologi

Pengolahan secara biologi adalah pengolahan yang memanfaatkan mikrobial untuk pembusukan dan untuk menghilangkan koloid dan bahan-bahan organik dari air limbah dengan pemberian oksigen yang cukup untuk

mempertahankan kehidupan mikroorganisme dan memelihara kondisi anaerobik. Dalam pengolahan ini sejumlah besar jenis bakteri dan protozoa yang ada pada limbah tertentu menimbulkan satuan-satuan pengolahan dengan pengaturan air limbah yang baik. Adanya sirkulasi dari mikroorganisme yang mengendap, oksigen yang tersedia dan unsur-unsur, kultur biologi yang diinginkan menjadi ada dan disimpan untuk proses zat-zat pengatur (Hammer, 1977).

Demi kesinambungan dan fungsi proses biologi yang baik, mikroorganisme membutuhkan sumber energi dan sumber-sumber karbon untuk pembentukan sel-sel baru, bahan-bahan yang penting juga dalam pembentukan sel antara lain sulfur, potasium, calcium, dan magnesium. Sedangkan dua macam sumber karbon yang umum digunakan untuk pembentukan sel adalah oksigen dan bahan organik. Mikroorganisme dalam pengolahan biologi digunakan untuk mengubah bahan organik. Karbon yang larut dan bersifat koloid menjadi bermacam-macam gas dan membentuk sel baru. Oleh karena mikroorganisme mempunyai berat jenis yang sedikit lebih besar dari padatan tersuspensinya maka dapat diendapkan secara spontan. Nutrien dan substrat organik dan anorganik air limbah kadang-kadang merupakan bahan pembatas bagi sintesa sel dan pertumbuhannya sehingga penambahan nutrien ke dalam air limbah diperlukan.

2.4.1. Proses Pengolahan Air Limbah Secara Anaerobik

Untuk mengurangi bahan polutan maka berbagai metode teknik pengolahan air limbah tersebut secara umum dilakukan seperti pengolahan secara fisika seperti screening, filtrasi, pengendapan dan flotasi dapat merupakan proses

pendahuluan untuk menyisihkan bahan tersuspensi atau melayang dalam air buangan, pengolahan secara kimia memerlukan penambahan bahan kimia agar terjadi reaksi kimia untuk menyisihkan bahan polutan dan pengolahan secara biologi biasanya 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 dan menjadi gas-gas (Djayaningrat dan Prapto, 1993).

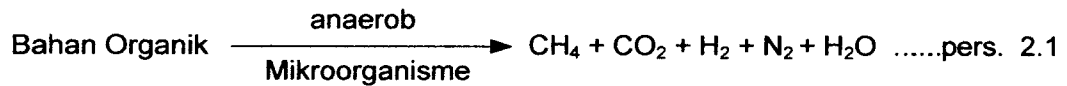
Secara prinsip proses anaerobik hanya mampu mendegradasi air limbah yang mengandung bahan-bahan organik, baik yang berasal dari domestik, industri, pertanian dan lain-lain. Beberapa alasan yang dipakai untuk penggunaan proses anaerobik dalam penanganan air buangan antara lain adalah tingginya laju reaksi dibandingkan dengan proses aerobik, kegunaan dari produk akhirnya, stabilisasi dari komponen organik dan memberikan karakteristik tertentu pada daya ikat air produk yang menyebabkan produk dapat dikeringkan dengan mudah.

2.4.2. Pengertian Proses Anaerobik

Proses anaerobik merupakan suatu penguraian bahan organik kompleks yang telah dikenal sejak dahulu dan telah digunakan sejak bertahun-tahun untuk pengolahan buangan melalui endapan lumpur primer dan sekunder.

Degradasi bahan organik dalam suasana anaerobik hanya dapat dilakukan dengan bantuan mikroorganisme anaerobik tanpa memerlukan adanya oksigen. Pada dekomposisi anaerobik hasil proses penguraian bahan organik memproduksi

biogas yang mengandung metana (50-70%), CO₂ (25-45%) dan sejumlah kecil unsur H₂, N₂, H₂S (Price, 1981).



2.4.3. Mikroorganisme Dalam Proses Anaerobik

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, NH₄, dan H₂S.
2. Bakteri pembentuk asetat (*Acetogenic bacteria*), yang mengkonversikan asam-asam organik dan senyawa netral yang lebih besar dari metanol menjadi asetat, CO₂ dan hidrogen.
3. Bakteri penghasil metana, yang berperan dalam konversi asam – asam lemak, CO₂ dan hidrogen menjadi metana dan CO₂.

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 :

- a. Bakteri bentuk batang dan tidak membentuk spora dinamakan *Methanobacterium*.
- b. Bakteri bentuk batang dan membentuk spora adalah *Methanobacillus*.
- c. Bakteri bentuk kokus, yaitu *Methanococcus* atau kelompok yang membagi diri.
- d. 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 CO₂ sebagai akseptor elektron.

Reaksi tersebut akan menghasilkan energi, sedangkan unsur karbon yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tidak dihasilkan. Kebutuhan karbon dan CO₂ tersebut diperoleh dari substrat atau hasil produksi dari bakteri *Genus Methano* yang mempunyai kemampuan penggunaan substrat yang sangat spesifik atau dinamakan "*Substrate specific*".

2.4.4. Mekanisme Proses Anaerobik

Proses penguraian bahan organik dengan sistem anaerobik berlangsung terus menerus karena adanya proses pemutusan rantai-rantai polimer kompleks menjadi rantai-rantai sederhana yang dipengaruhi oleh kerja bakteri anaerob dan enzim-enzim, serta tanpa memerlukan oksigen.

Penguraian secara anaerobik sering pula disebut fermentasi metan, karena proses penguraian bahan organik dengan produk akhirnya menghasilkan gas metana.

Proses pengolahan anaerobik dalam pengolahan biologi terjadi dalam tiga pemecahan bahan organik yang menghasilkan gas metana, yaitu :

a) Hidrolisis

Disebut juga dengan proses pencairan. Bahan-bahan organik pertamanya harus diuraikan terlebih dahulu menjadi molekul yang lebih kecil yang dapat larut dan dapat diasimilasi oleh sel bakteri.

Penguraian senyawa organik kompleks, seperti lipid, protein dan karbohidrat menjadi molekul yang lebih sederhana yaitu gula, asam-asam lemak, asam amino, peptida dan gliserol dalam suasana anaerobik dan dipengaruhi oleh cara kerja reaksi enzim-enzim ekstra seluler seperti selulosa, amilase dan lipase.

b) Proses pembentukan asam

Selain menjadi bentuk molekul yang lebih sederhana, terjadi proses pembentukan senyawa-senyawa asam melalui proses fermentasi dahulu. Proses fermentasi ini berlangsung cepat, mengurai hasil hidrolisis menjadi senyawa hidrogen (format), bikarbonat piruvat, alkohol dan asam lemak yang lebih sederhana (asetat, butirat dan propionat). Pembentukan asam dari senyawa-senyawa organik sederhana (monomer) dilakukan oleh bakteri-bakteri penghasil asam

yang terdiri dari sub divisi *acids/farming bacteria* dan *acetogenic bacteria*. Asam propionat dan butirat diuraikan oleh bakteri acetogenik menjadi asam asetat.

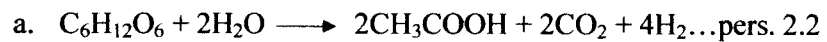
c) Proses pembentukan metana

Proses ini dapat disebut dengan fermentasi metan sebagai fase pembentukan gas metana baik dari senyawa asetat maupun dari H dan CO₂. Proses ini menggunakan bakteri methanogen, contohnya sub divisi *acetocalstic methane bacteria*, bakteri pengguna asam asetat dan *methanospirilcum hungatei* pengguna hidrogen. Sehingga terjadi beberapa proses reaksi tergantung bakteri yang berperan.

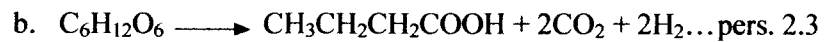
Bakteri metana sangat sensitif terhadap : pH, bila pH dibawah 6 maka pembentukan metana akan berhenti, komposisi substrat dan suhu yaitu suhu mesofil (26° – 43°C) dimana bakteri sangat aktif dan suhu termofilik (45° – 65°C) (Price, 1981). Bakteri metana tumbuh sangat lambat tetapi mempunyai kemampuan untuk mempertahankan diri dalam waktu lama sampai tahunan asalkan suhu stabil di bawah 15°C. Hal ini merupakan hal yang menguntungkan bagi industri yang memakai instalasinya secara musiman.

Urutan mekanisme pengolahan anaerobik air buangan dapat dinyatakan dalam bentuk seperti dibawah ini, dengan glukosa sebagai sampel :

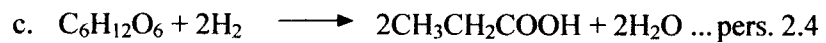
1. *Acid forming bacteria* menguraikan senyawa glukosa menjadi :



(as. Asetat)

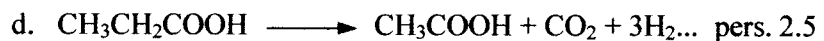


(as. butirat)



(as. propionat)

2. *Acetogenic bacteria* menguraikan asam propionat dan asam butirat menjadi :

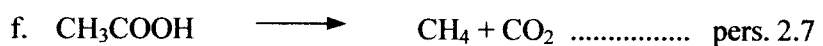


(as. asetat)



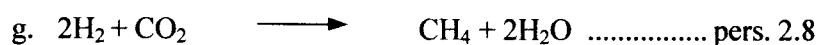
(as. asetat)

3. *Acetoclastic methane* menguraikan asam asetat menjadi :



(metana)

4. *Methane bacteria* mensintesa hidrogen dan karbondioksida menjadi :



(metana)

2.4.5. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Proses Anaerobik

Proses anaerobik banyak dipengaruhi oleh faktor-faktor baik dari luar maupun di dalam proses. Dalam kondisi optimum, sangat mempengaruhi mikrobial di dalam proses dan mekanisme penguraian bahan organik serta produksi hasil akhir.

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses anaerobik yaitu :

1) pH

Proses konservasi anaerobik berhasil baik pada pH mendekati netral. Intensitas pH akan mempengaruhi kelarutan dan perilaku reaksi dari pengaruh potensi lain substansi, termasuk bahan organik dan anorganik. Proses anaerobik ini dipengaruhi oleh pH optimum yang berbeda, antara lain pH 6,9 – 7,2, 6,6 – 7,7 dan 6,6 – 7,6 (Price, 1981). 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, NaHCO₃, NaCO₃, ataupun Ca(OH)₂.

2) 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.

3) Kelembaban

Kelembaban dibutuhkan oleh semua bakteri, tetapi mereka dapat menyesuaikan kondisi dalam jumlah kelembaban yang rendah untuk memecahkan kalarutan nutrient (Price, 1981). Kelembaban yang dibutuhkan bakteri dalam proses anaerob 60% - 78%.

4) Karakteristik fisik substrat

Limbah cair banyak mengandung bahan-bahan baik yang terlarut maupun tidak terlarut ataupun partikel, tergantung pada karakteristik limbah tersebut. Karakteristik fisik dapat dilihat sebagai partikel padatan dari limbah, menunjukkan bahwa ukurannya perlu diperhatikan pengaruhnya dalam proses anaerobik, khususnya produksi gas. Berpengaruh karena peningkatan kepadatan limbah akan

mengurangi produksi gas dan hasil tersebut diharapkan terjadi sejak kepadatan mengurangi efektifitas permukaan enzim hidrolis.

5) 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 makronutrien 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.

6) Kation

Semua kation-kation berkemampuan untuk menghasilkan pengaruh racun pada organisme-organisme jika dengan konsentrasi yang cukup tinggi, tetapi daya racunnya bervariasi. Biasanya, daya racunnya sesuai dengan valensi dan berat atom.

Efek yang terjadi dari daya racun, pada antagonisme dan daya rangsang. Pengaruh kation terhadap pengolahan anaerobik terdapat

pada fungsi semua jenis dan konsentrasi kation-kation untuk ion monovalen 0,01 M, divalen 0,005 M.

Logam berat juga memiliki daya racun yang lebih pada proses anaerobik tergantung pada bentuk kimianya seperti timah hitam, merkuri, krom kadmium, seng, tembaga, nikel dan besi (Price, 1981).

7) Standar pembatasan proses

Kekurangan dalam beberapa nutrien yang penting atau beberapa kofaktor, tentunya memiliki pengaruh dari standar pembatasan proses di dalam reaksi ditentukan dalam keikutsertaan reaksi tersebut. Ada 4 langkah batas ukuran yang potensial dalam konversi anaerobik selulosa menjadi metana, yaitu : konversi selulosa menjadi gula terlarut oleh enzim-enzim, pembentukan asam volatil oleh bakteri pembentuk asam, konversi asam volatil menjadi karbondioksida dan metana oleh bakteri metana, perpindahan hasil tidak terlarut dari cairan ke fase gas (Price, 1981).

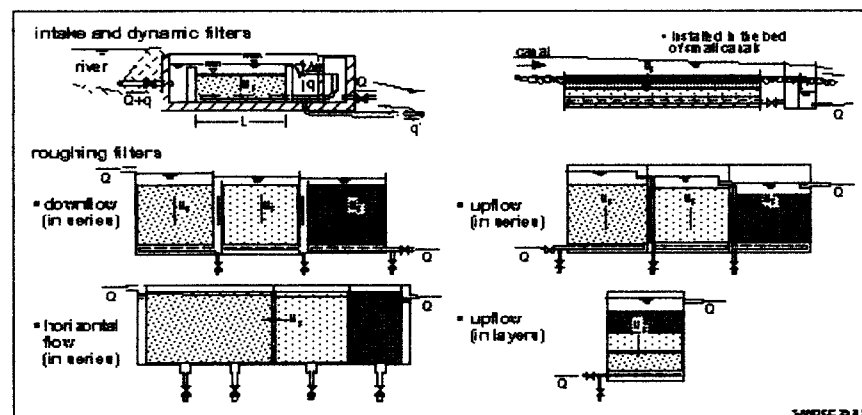
2.5. Pengolahan Air Buangan Dengan *Roughing Filter*

2.5.1. Teknologi *Roughing Filter*

Roughing Filter adalah proses yang lebih efektif untuk meremoval material padatan dari pada sedimentasi. *Roughing filter* utamanya digunakan untuk memisahkan material padatan dari air.

Roughing filter biasanya berisi material berukuran yang berbeda pada aliran langsung. Bagian terbesar padatan dipisahkan oleh medium *filter* kasar

untuk selanjutnya menuju *filter* inlet. Medium yang berikut dan media *filter* yang baik mengurangi konsentrasi padatan tersuspensi. *Roughing filter* dioperasikan pada *hydraulic loads* yang kecil. Kecepatan filtrasi biasanya berkisar 0,3 – 1,5 m/h. *Design* dan aplikasi *roughing filter* sangat bervariasi seperti ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 2.2. Lay out umum dari *roughing filter*

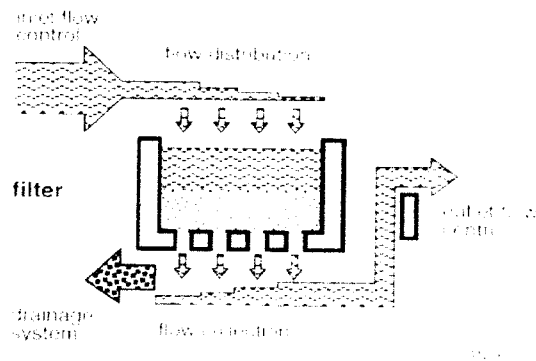
Roughing filter seringkali diprioritaskan sebagai teknologi *pretreatment* untuk rencana suplai air perkotaan. Tipe *filter* yang berbeda dikembangkan untuk melihat variasi kualitas air baku. *intake* dan *dynamic filters* sering diaplikasikan sebagai *pretreatment* pertama diikuti oleh *roughing filters* yang dioperasikan menjadi *filter* aliran vertikal atau horizontal. Prefilter dan *roughing filter* secara ekstensif keduanya digunakan pada rencana penyediaan air pada beberapa negara berkembang dan rencana air bawah buatan di negara industri. *Intake filter* mampu mereduksi material padatan 50-70% dan *roughing filter* mampu memisahkan material partikulat 90% lebih.

2.5.2. Bagian Penting Dari *Roughing Filter*

Bagian penting dari *filter* adalah bagian yang terdiri dari material *filter*.

Sebuah *filter* terdiri dari 6 elemen, seperti yang terlihat pada gambar 2.2, yaitu:

1. Kontrol aliran inlet.
2. Distribusi Air Baku.
3. Penyaring (*Filter*).
4. Pengumpulan Air yang telah diolah.
5. Kontrol Aliran Outlet.
6. Sistem Drainase.



Gambar 2.3. Bagian Penting dari *Roughing filter*

1. Kontrol aliran inlet

Inflow ke sebuah *filter* harus dikurangi pada pemberian debit dan dipertahankan. Sangat penting untuk mempertahankan kondisi aliran agar konstan untuk mencapai operasi *filter* yang efisien.

2. Distribusi Air Baku

Pendistribusian Air Baku di *filter* harus homogen untuk mencapai kondisi aliran yang seragam pada *filter*, karena itu aliran dari pipa atau saluran harus sama rata didistribusikan ke seluruh permukaan *filter*.

3. *Filter*

Filter terdiri dari tingkatan material *filter*. Bentuk kotak *filter* normalnya rektangular dengan dinding vertikal. Tetapi hal ini tergantung dari teknik konstruksinya, sirkular dan dinding yang miring juga bisa di bangun. Biasanya yang digunakan sebagai media *filter* adalah *gravel* disekitar sungai atau pecahan batu-batu dengan ujung atau teri yang tajam. Meskipun, banyak dari material yang tahan untuk kecepatan mekanik, tidak larut dan tidak lemah untuk kualitas air (warna atau bau) dapat digunakan sebagai media filter.

4. Pengumpulan Air yang telah diolah

Harusnya juga seragam ke seluruh *filter*, untuk aliran horizontal, konstruksi dengan dinding berlubang pada kamar. Outlet adalah penting untuk pengumpulan dari air yang diolah.

5. Kontrol Aliran Outlet

Kontrol aliran outlet mencegah *filter* dari kekeringan. Pembersihan secara hidroulik dari sebuah pengeringan RF yang dipenuhi dengan akumulasi *solid* adalah sangat sulit jika bagian tidak memungkinkan. Karena itu, semua RF harus dioperasikan di bawah kondisi jenuh. Sebuah *weir* dan pipa *effluent* aerasi mempertahankan air di atas *level*

filter bed. Lagi pula, sebuah bendungan *V-Notch* boleh 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.

2.5.3. Pembersihan *Filter*

- *Filter intake*, bahan padat terutama terakumulasi pada lapisan *filter* atas. *Filter intake* biasanya dibersihkan secara manual dengan sebuah penggaruk dan sekop sekali seminggu. Langkah pertama dalam proses pembersihan adalah dekat katup pada batas air sebelum *filter*. Kemudian, katup kontrol dibuka untuk meningkatkan aliran horizontal dalam kotak *filter* kira-kira 0,20 m/s – 0,40 m/s. Aliran sepanjang permukaan *filter* dapat pula ditingkatkan dengan mendekatkan *inlet filter* secara paralel dan mengarahkan aliran total air ke dalam unit *filter* untuk dibersihkan.

Pembersihan manual seharusnya mulai pada batas atas *filter* dan berlanjut dalam arah aliran untuk menghindari endapan yang menempel di kerikil. Kerikil *filter intake* harus dibersihkan secara lengkap kira-kira sekali setahun.

Operasi *filter* dimulai kembali dengan mengalirkan air *prefilter* ke dalam sungai, atau membuangnya sampai kembali bersih. Kemudian, air yang belum diolah dapat dialirkan kembali ke *filter* berikutnya dari rencana pengolahan.

- *Filter* dinamis juga merupakan *filter* permukaan, dibersihkan secara manual. Prosedur pembersihan mirip dengan *filter intake*. Bagaimanapun *filter* dinamik harus dibersihkan setelah setiap turbiditas air yang tinggi bahkan atau ketika resistensi *filter* secara gradual meningkat sepanjang periode lama tanpa puncak turbiditas. Membersihkan *filter* dinamik mudah karena *area filter* yang relatif kecil sebagai akibat dari penetapan angka filtrasi yang tinggi.
- *Filter* kasar terutama dibersihkan secara hidrolis tetapi jika perlu bisa juga secara manual. Pembersihan teratur media *filter* penting untuk operasi *filter* yang baik.

Pada *filter* kasar aliran horizontal sangat penting untuk memulai prosedur pembersihan pada sisi dalam karena kebanyakan *solid* ditahan dalam bagian *filter* ini. Suatu pengaliran yang cepat pada bagian belakang *filter* akan mencuci gumpalan bahan *solid* pada titik drainase tersebut dan meningkatkan resiko tersumbatnya bagian *filter* yang halus.

Pada *filter* kasar aliran vertikal, setiap kompartemen *filter* dapat di drain secara terpisah. Sehingga dapat membersihkan kompartemen *filter* spesifik secara individual atau bagian *filter* jika dasar *filter* palsu

dibagi menjadi *segmen-segmen*. *Backwashing filter konvensional* seperti yang diterapkan dalam filtrasi pasir cepat tidak mungkin karena lapisan *filter* dari *filter* kasar tidak dapat di *fluidised*.

2.6. Parameter-parameter Penelitian

Parameter-parameter yang diteliti dalam penelitian ini antara lain :

1) COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Analisis BOD dan COD dari suatu air limbah dan menghasilkan nilai-nilai yang berbeda karena kedua uji mengukur bahan yang berbeda. Nilai COD selalu lebih tinggi dari nilai BOD (Jenie dan Winiati, 1993).

Perbedaan diantara kedua nilai disebabkan banyak faktor antara lain :

- a) Bahan kimia yang tahan terhadap oksidasi biokimia tetapi tidak tahan terhadap oksidasi kimia seperti lignin.
- b) Bahan kimia yang dapat dioksidasi secara kimia dan peka terhadap oksidasi biokimia tetapi tidak dalam uji BOD₅ hari seperti sellulosa, lemak berantai panjang atau sel-sel mikroba.
- c) Adanya bahan toksik dalam limbah yang akan mengganggu uji BOD tetapi tidak uji COD.

2) Warna

Zat warna adalah senyawa yang dapat dipergunakan dalam bentuk larutan atau organik kepada suatu bahan sehingga berwarna. Warna air

limbah dapat dibedakan dalam "*true colour*" yaitu warna yang disebabkan hanya oleh bahan-bahan yang terlarut di dalam air limbah tersebut. Dan "*apparent colour*" yaitu warna yang disebabkan oleh warna bahan-bahan baik terlarut maupun yang tersuspensi.

Air limbah yang baru dibuang biasanya berwarna keabu-abuan, apalagi senyawa-senyawa organik yang ada mulai dipecah oleh bakteri. Oksigen terlarut dalam air limbah direduksi sampai menjadi nol dan warnanya berubah gelap. Pada kondisi ini dikatakan bahwa air limbah sudah membusuk, warna tersebut dapat pula adanya pewarna tertentu yang mengandung logam-logam berat.

2.a. Penggolongan Zat Warna

Zat warna dibagi menjadi 2, (Anonim, 1991) yaitu :

1) Zat warna alam, yaitu zat warna yang berasal dari tumbuh-tumbuhan dan binatang (bahan alam).

➤ Berasal dari tumbuh-tumbuhan

- *Alizarin*

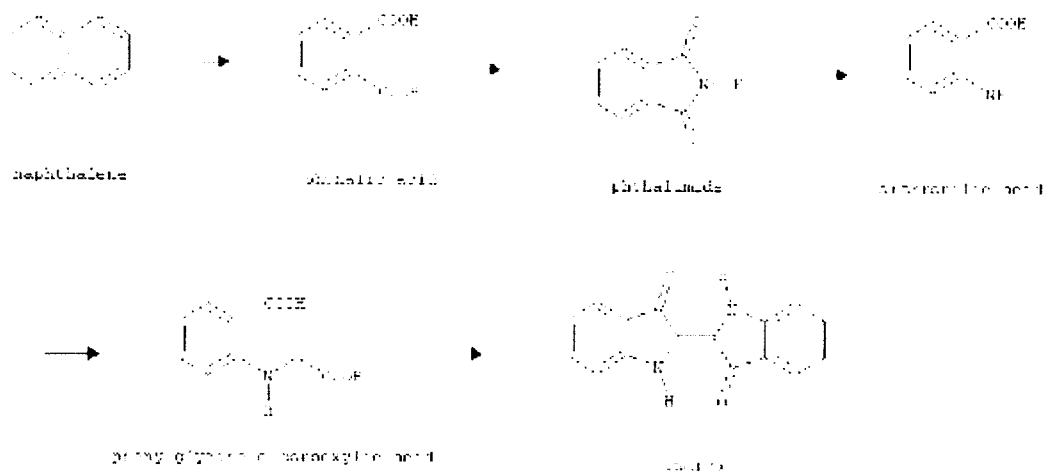
Berupa hablus merah, tidak larut dalam air, dan sedikit larut dalam alkohol dan alkali, larutan berwarna biru. Banyak terdapat pada akar tumbuhan *Rubia tinoturun*.

- *Indigo (nila)*

Merupakan zat warna biru, tahan bila dicuci dan sangat tahan terhadap sinar matahari. Berasal dari tumbuhan

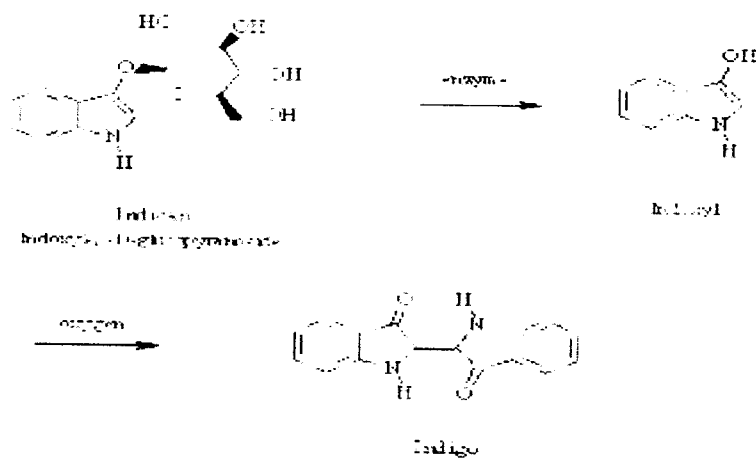
Indigifer tinctoria, dan *Indigofera leptostach*. *Indigo* tidak larut dalam air, sehingga direduksi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ menjadi *Indigo Wit* yang larut dalam air.

Umumnya produksi *Indigo* di dunia adalah 17000 ton/tahun, biasanya 40% diproduksi oleh BASF di *Ludwigshafen*. Yang mana dimulai sejak Juli 1897, menggunakan proses pengembangan oleh *Von Heumann* dimulai dengan *naphthalen*



Gambar 2.4. Tahapan perubahan *naphthalen* menjadi *indigo*

Dalam spesies *indigofera*, pelopor pembentukan dari *indigo* adalah *indican*, berikut ini adalah persenyawaan tanaman yang diubah menjadi *indigo* :



Gambar 2.5. Tahapan perubahan *indican* menjadi *indigo*

- *Indatren biru*

Digunakan sebagai zat warna biru pada bahan pakaian, dimana warna biru tersebut sangat baik dan tahan terhadap sinar matahari.

- Berasal dari mineral : Fe, Cr, Mn (*iron Buff* untuk warna kaki).
- Berasal dari binatang : Kerang (*Tryan purple*), *Cochineal* (*Insecta*), *Lec* (*Insecta merah*).

2) Zat warna sintetik

Sebagai bahan dasar dipakai senyawa hidrokarbon aromatik, misalnya *benzena* dan *naftalena* yang berasal dari batubara dengan cara penyulingan kering tanpa pengaruh udara (Soeparman, 1967).

Berdasarkan cara pemakaiannya, zat warna sintetik dibagi menjadi:

➤ Zat warna langsung

Zat warna langsung disebut *Cat Direc*. Biasanya terdiri dari garam natrium, dari asam sulfonit atau asam sulfat, dapat mencelup serat tumbuhan dan serat binatang dengan langsung.

➤ Zat warna basa

Dapat mencelup serat binatang secara langsung, sukar sekali untuk mencelup serat tumbuhan secara langsung.

➤ Zat warna belerang

Dapat mencelup serat tumbuh-tumbuhan saja, warna agak suram, tahan luntur.

➤ Zat warna asam

Dapat mencelup serat binatang dengan langsung, dapat juga mencelup serat tumbuhan dengan memakai pekerjaan iring.

➤ Zat warna bejana

Berupa bubuk berwarna, tidak larut dalam air. Disebut warna bejana, karena agar dapat digunakan untuk mencelup ditambah larutan kostik soda (sifatnya alkalis) dan natrium hidrosulfat sebagai zat pereduksi.

➤ Zat warna beits

Disebut demikian karena pencelupan harus dengan bantuan obat-obatan lain yang disebut *Mordant (beits)*, yaitu hidroksida-hidroksida dari logam Cr, Al, Fe, Sn.

➤ Zat warna dispersi

Terjadinya zat warna karena dispersi yang merata pada serat.

➤ Zat warna naphtol

Merupakan zat warna yang tidak larut dan terbentuk di dalam serat.

➤ Zat warna reaktif

Karena adanya daya reaksi dari cap terhadap serat dan dapat bereaksi dengan selulosa atau protein, sehingga memberikan tahan luntur warna yang baik.

2.b. Zat Warna Naphtol

Disebut juga zat warna azo, karena timbulnya warna akibat adanya penggabungan antara naphtol dengan garamnya (Anonim, 1991).

Menurut Soeparman (1967), zat warna naphtol dibedakan menjadi :

➤ Beta Naphtol (Zat Es)

Adalah warna zat azo yang lama, jumlah warnanya terbatas yang ada hanya merah, *orange*, biru dan hijau hampir tidak ada. Golongan cat ini mempunyai tahan luntur yang baik,

juga tahan klor tetapi tidak begitu tahan terhadap gosokan.

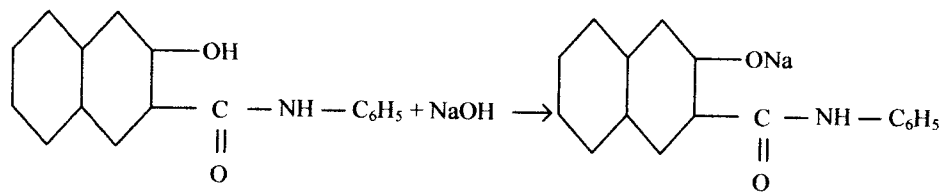
Zat warna golongan ini sering disebut zat warna es atau *ice colour*.

➤ Naphtol As

Adalah zat warna azo yang baru, jumlah warnanya banyak dimana hampir semua warna ada. Senyawa-senyawa naphtol As mempunyai daya serap terhadap selulosa sehingga proses pengeringan setelah pencelupan dengan senyawa tersebut tidak perlu dikerjakan lagi. Demikian pula tahan gosok dan hasil celupan lebih baik karena naphtol As sedikit mengadakan migrasi ke dalam garam diazonium sewaktu proses pembangkitan.

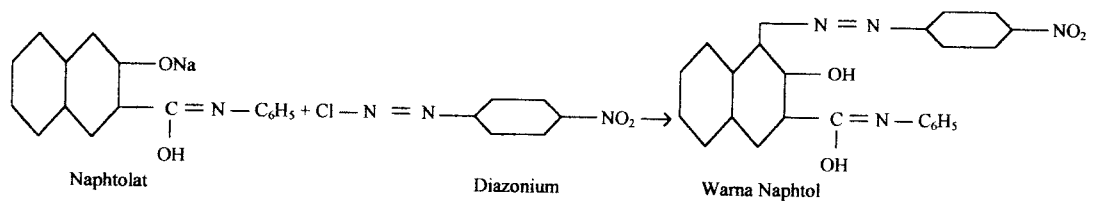
Zat warna naphtol adalah zat warna yang tidak larut dalam air, yang terdiri dari dua komponen yaitu naphtol dan garam diazonium. Komponen naphtol supaya bisa bersenyawa dengan garam diazonium harus diubah menjadi bentuk naphtolat atau larutan dengan penambahan sedikit TRO (*Turkey Red Oil*), air panas dan kostik soda, (Sewan, 1973).

Naphtol AS + larutan kostik soda panas \rightarrow Naphtolat



Gambar 2.6. Reaksi pelarutan naphtol menjadi naphtolat

Pada proses pembangkitan warna, naphtolat bersenyawa dengan larutan diazonium menjadi naphtol.



Gambar 2.7. Reaksi pewarnaan naphtol

2.7. Hipotesa

Bahwa penggunaan Anaerobik *Horizontal Roughing Filter* dapat menurunkan :

1. Kadar COD dalam air buangan industri batik.
2. Warna dalam air buangan industri batik.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk ke dalam penelitian eksperimen yang dilaksanakan dalam skala laboratorium.

3.2. Lokasi Penelitian

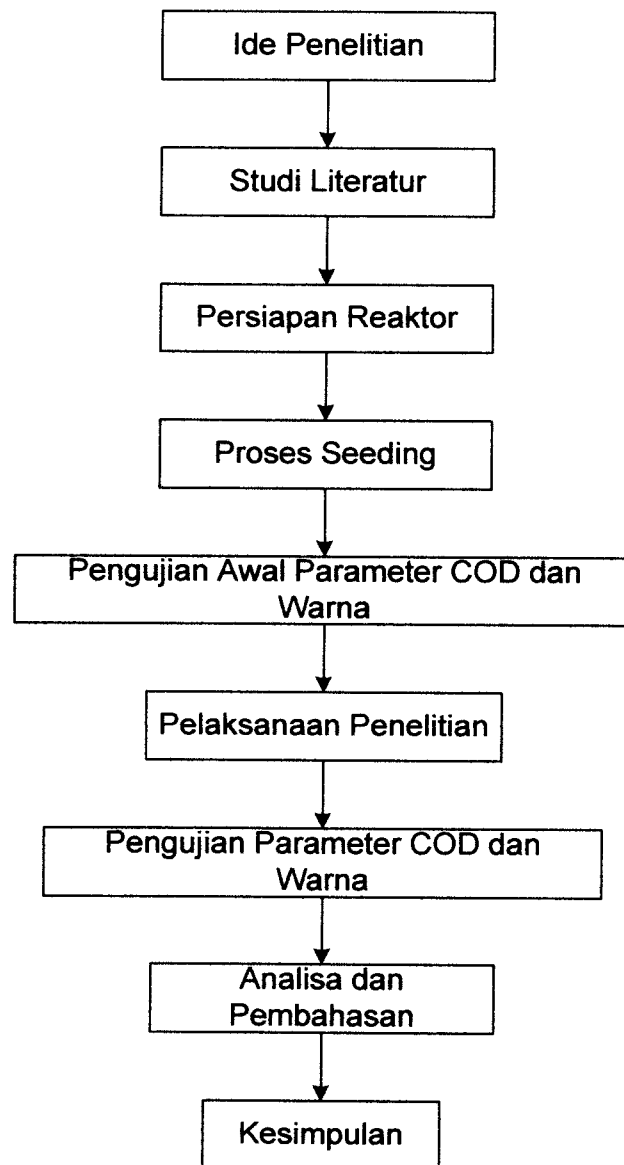
Proses *seeding* dan aklimasi dilakukan di laboratorium Kualitas Udara sedangkan proses pengujian dan penelitian sampel dilakukan di laboratorium Kualitas Air, Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

3.3. Obyek Penelitian

Obyek penelitian adalah air buangan yang berasal dari industri batik Nakula Sadewa Jl. Kapten Haryadi no. 9B, Triharjo, Sleman Yogyakarta. Air limbah batik tersebut mempunyai kandungan pencemar khususnya COD sebagai parameter bahan organik dan warna.

3.4. Kerangka Penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa tahapan proses kegiatan yang tergabung dalam suatu kerangka. 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	Kep Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta No : 281/KPTS/1998	Metode Uji
1.	COD	mg/l	100	SNI 06 – 6989.2 – 2004 Air dan Air Limbah – Bagian 2 : Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (KOK) Dengan Refluks Tertutup Secara Spektrofotometri
2.	Warna	PtCo	-	SNI 1991-Standar 2 Metode Pengujian Kualitas Fisika Air SK SNI M-03-1989-F

3.5.2. Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

1. Variabel bebas yaitu variasi waktu pengambilan sampel.
2. Variabel tetap yaitu kualitas parameter COD dan warna air buangan industri batik.

3.6. Tahapan Penelitian

3.6.1. Persiapan Alat

- Peralatan yang berupa reaktor *Roughing Filter* yang terdiri dari bak pengendap dan kompartemen. Pada kompartemen tersebut berisi media *gravel* berukuran 15 -11 mm.
- 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*

- Sebelum dilakukan proses pengolahan air limbah batik, terlebih dahulu diadakan *seeding* untuk mendapatkan pertumbuhan bakteri pada media pertumbuhan yaitu *gravel*.
- Untuk pembenihan bakteri yaitu dengan memanfaatkan isi perut sapi.
- Untuk memacu pertumbuhan bakteri, dilakukan penambahan nutrisi yaitu glukosa.

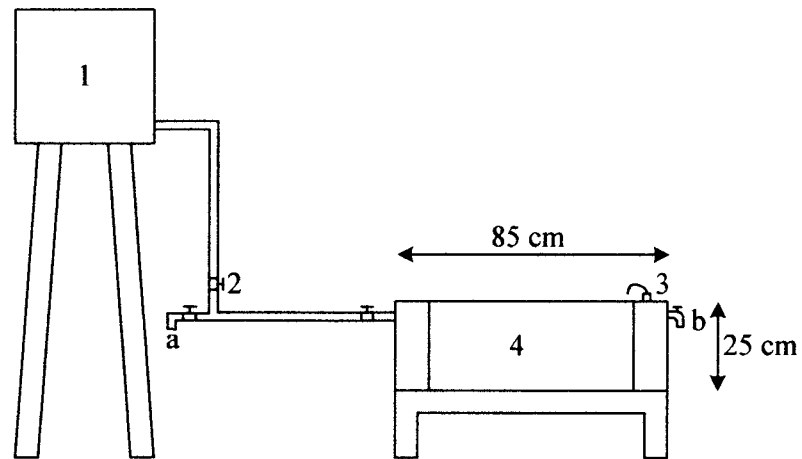


3.6.3. Proses Aklimasi

- Setelah ada gelembung udara pada penangkap gas, dilakukan proses aklimasi selama 10 hari. Limbah dimasukkan secara bertahap dengan konsentrasi 25%, 50%, 75% dan 100%.
- Dalam proses ini, dilakukan pemeriksaan awal untuk parameter COD dan warna. Kemudian setiap 2 hari sekali dilakukan pemeriksaan parameter COD dan setiap 1 hari sekali dilakukan pemeriksaan parameter warna.

3.6.4. Prosedur Penelitian

- Air limbah batik, dimasukkan ke dalam 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.
- Memeriksa kadar awal COD dan warna yang terkandung dalam air limbah yang akan dialirkan.
- Mengisi reservoir dengan air limbah.
- Mengalirkan air limbah ke dalam reaktor.
- Mengambil sampel air untuk diperiksa kadar dari parameter COD dan warna yaitu pada inlet dan outlet.



Gambar 3.2. Reaktor Penelitian

(Gambar selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 3)

Keterangan:

- | | |
|-----------------------------------|---------------------|
| 1. Reservoar | a. Titik Sampling 1 |
| 2. Kran pengatur debit | b. Titik Sampling 2 |
| 3. Pipa <i>Vent</i> | |
| 4. Reaktor <i>Roughing Filter</i> | |

3.7. Analisa Data

Analisa data untuk penentuan kualitas air dengan membandingkan antara konsentrasi awal dan akhir dari parameter penelitian setelah menjalankan reaktor dengan menggunakan persamaan *overall efficiency* yaitu:

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

Dimana:

η = *Overall Efficiency* (%)

C_o = Konsentrasi Awal (mg/l)

C_e = Konsentrasi akhir (mg/l)

Data - data dari hasil penelitian dianalisa dengan menggunakan Perbandingan Dua Variabel Bebas (Uji t), yang bertujuan untuk menguji kemampuan generalisasi (signifikansi hasil penelitian yang berupa perbandingan keadaan variabel dari dua rata-rata sampel).

Perbandingan Dua Variabel Bebas (Uji t) pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan program komputer yaitu *Analysis Data* pada *Microsoft Exel* 2003.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Anaerobik *Horizontal Roughing Filter* ini dimulai dengan melalui suatu proses penumbuhan bakteri pada media kerikil yang berukuran 15-11 mm, atau proses ini dikenal dengan istilah *seeding*. *Seeding* ini dilakukan dengan cara merendam media kerikil ke dalam air *septic tank* selama 21 hari dimulai pada tanggal 27 April 2006. Selama proses ini, dilakukan pula penambahan gula yang berfungsi sebagai sumber karbon dan urea yang berfungsi sebagai nutrisi tambahan untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri.

Disamping adanya penambahan gula dan urea, ditambahkan pula air perasan rumen sapi. Dimana dapat diketahui bahwa di dalam rumen terdapat populasi mikroba yang cukup banyak jumlahnya. Mikroba rumen dapat dibagi dalam tiga grup utama yaitu bakteri, protozoa dan fungi. Bakteri rumen dapat diklasifikasikan berdasarkan substrat utama yang digunakan, karena sulit mengklasifikasikan berdasarkan morfologinya. Kebalikannya protozoa diklasifikasikan berdasarkan morfologinya sebab mudah dilihat berdasarkan penyebaran siliannya. Beberapa jenis bakteri tersebut adalah:

- (a) Bakteri pencerna selulosa (*Bacteroides succinogenes*, *Ruminococcus flavafaciens*, *Ruminococcus albus*, *Butyrivibrio fibrisolvans*),
- (b) Bakteri pencerna hemiselulosa (*Butyrivibrio fibrisolvans*, *Bacteroides ruminicola*, *Ruminococcus sp*),
- (c) Bakteri pencerna pati (*Bacteroides ammylophilus*, *Streptococcus bovis*, *Succinimonas amyolytica*,
- (d) Bakteri pencerna gula (*Triponema bryantii*, *Lactobasilus ruminus*),
- (e) Bakteri pencerna protein (*Clostridium sporogenus*, *Bacillus licheniformis*).

Protozoa rumen diklasifikasikan menurut morfologinya yaitu: *Holotrichs* yang mempunyai silia hampir diseluruh tubuhnya dan mencerna karbohidrat yang fermentabel, sedangkan *Oligotrichs* yang mempunyai silia sekitar mulut umumnya merombak karbohidrat yang lebih sulit dicerna. Dengan adanya mikroba pada rumen, maka tidak menutup kemungkinan bahwa mikroba akan dapat ikut berkembang pada saat proses *seeding* berlangsung.

Setelah proses *seeding* dilakukan, maka proses selanjutnya adalah memasukkan air limbah batik yang berasal dari Industri Batik Nakula Sadewa secara bertahap, yaitu sebanyak 25%, 50%, 75% dan 100%. Tujuan memasukkan limbah secara bertahap ini adalah untuk membentuk kemampuan bakteri dalam menyesuaikan diri dengan kondisi limbah yang diolah. Setelah limbah 100% dimasukkan, dilakukan penelitian selama 10 hari yang dimulai pada tanggal 7 Juni hingga 16 Juni 2006. Dari penelitian yang telah dilakukan tersebut diperoleh hasil penelitian terhadap parameter uji yaitu COD dan warna, sebagai berikut :

4.1.1. Hasil Penelitian Terhadap Parameter COD

Pengukuran COD dalam penelitian ini dilakukan setiap 2 hari satu kali. Berikut ini data yang diperoleh beserta efisiensi dari pengukuran COD, dapat ditunjukkan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Konsentrasi COD dan Efisiensinya

No.	Waktu (hari)	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	Rata Inlet (mg/l)	Rata Outlet (mg/l)	Efisiensi (%)
1	1a	20990.6	9646.6	19261.05	11859.45	38.42
	1b	17531.5	14072.3			
2	3a	5678.7	5933.1	6161.95	6416.35	-4.12
	3b	6645.2	6899.6			
3	5a	3847.4	846.1	5526.1	1736.3	68.58
	5b	7204.8	2626.5			
4	7a	24755	21448.5	20914.3	20838.05	0.36
	7b	17073.6	20227.6			
5	10a	28977.2	25060.2	28519.4	26713.5	6.33
	10b	28061.6	28366.8			
Rata-rata				16076.56	13512.73	21.91

Keterangan : Tanda (-) menunjukkan kenaikan konsentrasi COD

a : waktu pengambilan sampel kesatu

b : waktu pengambilan sampel kedua

4.1.2. Hasil Penelitian Terhadap Parameter Warna

Pengukuran Warna dalam penelitian ini dilakukan setiap satu kali satu hari. Berikut ini data yang diperoleh beserta efisiensi dari pengukuran Warna, dapat ditunjukkan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data Konsentrasi Warna dan Efisiensinya

No.	Waktu (hari)	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	Rata Inlet (mg/l)	Rata Outlet (mg/l)	Efisiensi (%)
1	1a	2916.6	3110.9	2973.45	3212.8	-8.04
	1b	3030.3	3314.7			
2	2a	3082.5	2930.8	3058.8	2883.4	5.73
	2b	3035.1	2836			
3	3a	1613.3	2129.9	1857.35	2039.85	-9.82
	3b	2101.4	1949.8			
4	4a	679.6	1878.7	1298.1	1227.05	5.47
	4b	1916.6	575.4			
5	5a	954.5	997.2	985.3	1042.2	-5.77
	5b	1016.1	1087.2			
6	6a	1182	964	1246	959.25	23.01
	6b	1310	954.5			
7	7a	1395.3	1186.7	1366.85	1260.15	7.80
	7b	1338.4	1333.6			
8	8a	1689.1	1603.8	1606.15	1660.65	-3.39
	8b	1523.2	1717.5			
9	9a	3807.6	2855	3821.8	3139.35	17.85
	9b	3836	3423.7			
10	10a	6565.9	4712.8	6345.5	6499.55	-2.42
	10b	6125.1	8286.3			
Rata-rata				2455.93	2392.42	3.04

Keterangan : Tanda (-) menunjukkan kenaikan konsentrasi warna

a : waktu pengambilan sampel kesatu

b : waktu pengambilan sampel kedua

4.2. Analisa Data

Data - data dari hasil penelitian dianalisa dengan menggunakan Perbandingan Dua Variabel Bebas (Uji t).

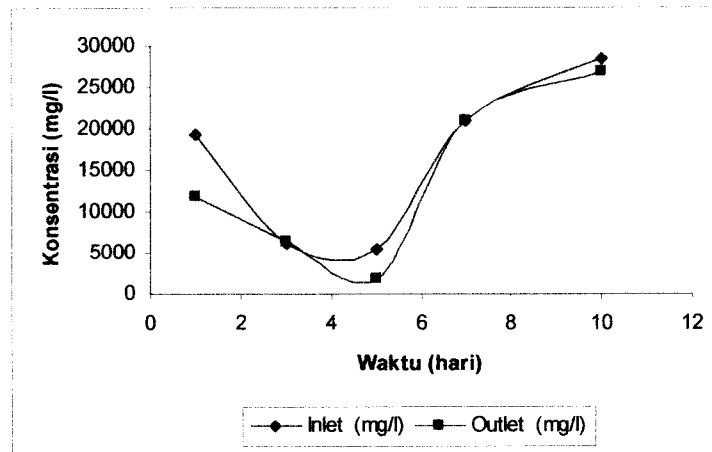
4.2.1. Analisa COD

Analisa COD menggunakan Perbandingan Dua Variabel Bebas (Uji t) bertujuan untuk menguji kemampuan generalisasi (signifikansi hasil penelitian yang berupa perbandingan keadaan variabel dari dua rata-rata sampel).

Uji t-Test untuk Inlet dan Outlet

Dari perhitungan diperoleh $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \leq +t \text{ tabel}$ atau $-2.26 < 2.04 < 2.26$ (lampiran 2), maka terima H_0 artinya tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi COD bagian inlet dan outlet.

Berikut ini adalah grafik yang menunjukkan konsentrasi COD.



Gambar 4.1 Grafik konsentrasi COD

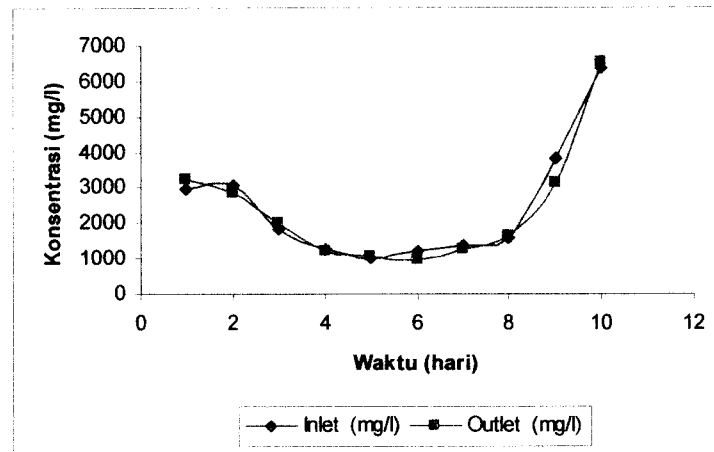
4.2.2. Analisa Warna

Analisa warna menggunakan Perbandingan Dua Variabel Bebas (Uji t) bertujuan untuk menguji kemampuan generalisasi (signifikansi hasil penelitian yang berupa perbandingan keadaan variabel dari dua rata-rata sampel).

Uji t-Test untuk Inlet dan Outlet

Dari perhitungan diperoleh $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \leq +t \text{ tabel}$ atau $-2.09 < 0.34 < 2.09$ (lampiran 2), maka terima H_0 artinya tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi warna bagian inlet dan outlet.

Berikut ini adalah grafik yang menunjukkan konsentrasi Warna.



Gambar 4.2 Grafik konsentrasi warna

4.3 Pembahasan

Dari uji statistik yang dilakukan dengan menggunakan perbandingan dua variabel bebas (uji t) untuk menguji kemampuan generalisasi (signifikansi hasil penelitian yang berupa perbandingan keadaan variabel dari dua rata-rata sampel), diperoleh penurunan konsentrasi COD yang tidak signifikan pada tiap pengambilannya. Demikian pula hasil uji yang dilakukan terhadap konsentrasi warna yang menunjukkan tidak signifikannya penurunan konsentrasi yang terjadi. Penurunan yang tidak signifikan ini diduga karena mikroorganisme di dalam reaktor belum bekerja secara optimal, sehingga efisiensi *Roughing Filter* juga menjadi kurang optimal. Kurang optimalnya efisiensi *Roughing Filter* dalam menurunkan konsentrasi COD dan warna dari air limbah batik dipengaruhi oleh terbentuknya lapisan biofilm yang masih tipis (lampiran 4), sehingga kemampuan

mikroorganismenya dalam menguraikan material organik menjadi kecil. Disamping itu, dapat pula disebabkan karena kurangnya waktu kontak antara limbah dengan lapisan biofilm pada media kerikil. Menurut Davis (1991) waktu kontak air buangan pada media *filter* berpengaruh pada kemampuan *adsorpsi* air limbah pada lapisan biofilm. Semakin lama waktu kontak dapat meningkatkan *adsorpsi* material organik dalam air limbah pada lapisan biofilm, dimana dengan waktu kontak yang lama maka memberikan kesempatan pada mikroorganismenya untuk melakukan penguraian terhadap bahan pencemar dalam limbah, sehingga efisiensi dapat meningkat pula. Kurangnya waktu kontak dapat disebabkan oleh besarnya diameter media (kerikil) yang menyebabkan timbulnya rongga antar media, sehingga air limbah lebih mudah mengalir dan mengurangi waktu kontak.

Berikut ini akan dijelaskan lebih lanjut mengenai adanya perbedaan kenaikan dan penurunan dari tiap parameter yang diuji.

4.3.1 COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Tolak ukur COD dapat digunakan untuk mengetahui banyaknya oksigen yang diperlukan untuk menguraikan bahan organik. Makin besar kadar oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan bahan organik maka COD juga akan semakin tinggi. Dari data yang telah diperoleh selama penelitian dengan menggunakan *Roughing Filter* dalam mengolah air buangan industri batik Nakula Sadewa menunjukkan adanya penurunan konsentrasi COD. Penurunan konsentrasi COD pada kenyataannya belum memenuhi standar baku mutu limbah

cair untuk industri batik yang ditetapkan oleh Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta No: 281/KPTS/1998, yang mana kadar maksimum COD adalah 100 mg/l (lampiran 1). Dari tabel 4.1 diketahui bahwa penurunan konsentrasi COD terbesar adalah 68.58%. Di dalam *Roughing Filter* ini konsentrasi COD dapat turun karena adanya proses *adsorpsi* bahan organik yang terlarut dalam air limbah oleh lapisan film atau lapisan lendir pada media kerikil sehingga terjadi proses degradasi terhadap polutan yang ada pada air buangan, yang menyebabkan beberapa padatan tersuspensi juga akan terdegradasi. Proses degradasi bahan organik ini dilakukan oleh mikroorganisme untuk memenuhi kebutuhan nutrisi maupun energi bagi pertumbuhan dan perkembangbiakannya. Hal tersebut akan mengakibatkan penurunan COD pada air limbah. Disamping adanya proses adsorpsi, penurunan/perbaikan konsentrasi COD pada air buangan dapat juga terjadi dengan memanfaatkan biofilter yang ada sehingga menyebabkan unsur-unsur organik dalam air limbah secara fisik tersaring pada media *Roughing Filter*. Dari hasil penyaringan tersebut air buangan yang keluar cenderung dengan kondisi atau kualitas air yang lebih baik. Hal tersebut dapat ditunjukkan dengan angka COD yang merupakan ukuran pencemar air oleh zat-zat organik secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air.

Disamping adanya penurunan konsentrasi COD, terjadi pula kenaikan konsentrasi, dengan kenaikan maksimum sebesar 4.12%. Hal ini dapat terjadi karena adanya sedikit kesalahan pada saat melakukan penelitian. Kesalahan terjadi diperkirakan pada waktu pengambilan sampel uji, dimana botol sampling

dimungkinkan telah terisi udara terlebih dahulu. Disamping itu pula dapat disebabkan karena terjadinya aerasi pada saat memasukkan sampel uji dari kran reaktor ke dalam botol sampling, sehingga kedua hal tersebut dapat mempengaruhi konsentrasi pada air limbah yang akan diuji. Dari hasil penelitian yang dilakukan diketahui bahwa efisiensi penurunan konsentrasi COD rata-rata sebesar 21.91%.

Penurunan konsentrasi COD yang kurang optimal ini dapat disebabkan karena kurangnya waktu tinggal sehingga menyebabkan waktu kontak antara limbah dengan lapisan film yang terbentuk pada media *Roughing Filter* menjadi lebih singkat, sehingga kesempatan mikroorganisme pada biofilm dalam mendegradasi bahan organik menjadi kurang optimal pula. Menurut Jenie (1993), efisiensi yang ditunjukkan oleh sistem saringan *up-flow* anaerobik cukup baik yaitu mampu menguraikan kadar limbah hingga 90% dengan waktu detensi lebih dari 18 jam yaitu untuk limbah yang mengandung *COD* 2.000 mg/l dan suhu proses yang digunakan adalah 25 °C. Sedangkan pada penelitian ini td yang digunakan adalah 6 jam dengan konsentrasi rata-rata inlet sebesar 16076.56 mg/l. Seperti telah disebutkan sebelumnya bahwa lama waktu kontak akan dapat meningkatkan penyerapan material organik dalam air limbah ke dalam lapisan biofilm sehingga efisiensi dapat meningkat. Disamping kurangnya waktu kontak, dapat pula disebabkan hadirnya senyawa toksik dalam limbah. Fenol yang merupakan senyawa organik mengandung hidroksil (OH) yang terikat pada atom benzena, hadir dalam limbah. Fenol mempunyai kelarutan yang tinggi, sehingga mudah menyebar. Kemampuan fenol untuk melepas (H^+) akan membentuk senyawa baru

yaitu fenoksida. Fenol termasuk dalam senyawa aromatik yang bersifat toksik dan dapat mempengaruhi kerja mikroorganisme walaupun kehadirannya dalam konsentrasi kecil, karena mikroorganisme mempunyai tingkat toleransi yang berbeda terhadap senyawa toksik, sehingga menimbulkan dampak terhadap prosentase penurunan yang terjadi.

Menurut Benefield dan Randall (1980) pengolahan air buangan secara anaerob sangat efektif untuk mengatasi kandungan organik yang ada. Penguraian kandungan organik di dalam air buangan itu dilakukan oleh mikroorganisme fakultatif yang dapat bekerja dalam keadaan dengan atau tanpa oksigen, dan mikroorganisme anaerobik yang bekerja dalam keadaan tidak ada oksigen dengan hasil akhir berupa gas karbondioksida dan metan.

4.3.2 Warna

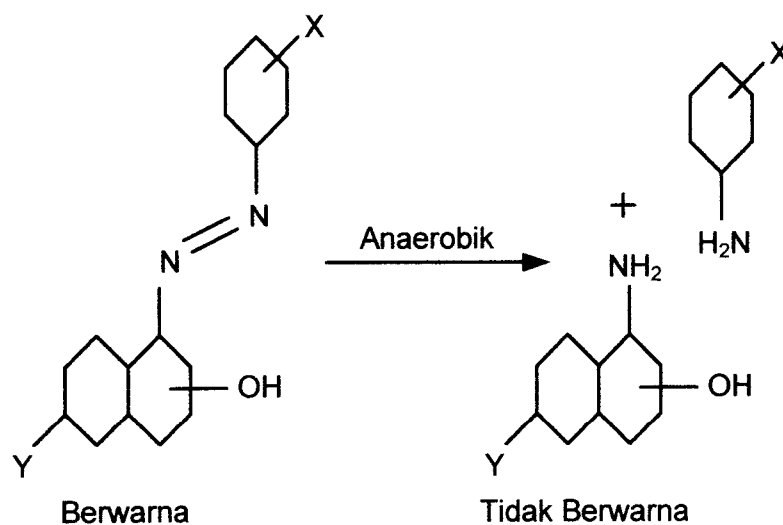
Industri batik banyak menghasilkan bahan pencemar yang keberadaannya sangat mengganggu lingkungan, apalagi parameter visualnya yakni warna yang pekat. Warna ini berasal dari sisa-sisa zat warna yang merupakan suatu senyawa kompleks. Pada umumnya warna yang digunakan pada industri batik adalah warna sintetis, demikian pula pada industri batik Nakula Sadewa ini yang menggunakan warna sintetis yaitu naphtol. Berdasarkan analisa yang telah dilakukan terhadap konsentrasi warna diperoleh efisiensi penurunan konsentrasi warna sangat kecil yaitu dengan prosentase penurunan rata-rata sebesar 3,04% dengan konsentrasi inlet rata-rata sebesar 2455.93 mg/l dan konsentrasi outlet sebesar 2392.42 mg/l.

Berdasarkan tabel 4.2, diketahui bahwa terjadi penurunan dan peningkatan konsentrasi warna. Hal ini dapat disebabkan karena nilai pada *inlet* yang selalu berubah-ubah sehingga nilai penurunan menjadi tidak diketahui. Kenaikan dapat terjadi karena mengingat air limbah yang diolah adalah air limbah yang berasal dari seluruh proses dari pembuatan batik yang menghasilkan limbah cair, sehingga pada bak pengumpul terjadi proses *homogenisasi* (pencampuran) dari limbah batik tersebut yang kemudian berpotensi membentuk zat kimia baru. Namun pada saat pengambilan contoh uji sebagai hasil pengujian pertama zat tersebut belum terdeteksi atau zat tersebut belum terbentuk secara sempurna, dan pada saat proses di *Roughing Filter* inilah zat kimia tersebut terbentuk karena sebelum limbah masuk dalam reaktor, limbah berkontak dengan oksigen yang menjadi oksidator untuk membentuk senyawa kimia baru. Sehingga diduga oksigen masih terkandung dalam air limbah pada saat memasuki reaktor. Oleh karena itu pada pengambilan contoh uji yang kedua senyawa kimia baru dalam limbah batik terdeteksi.

Konsentrasi warna pada limbah cair yang mengandung kadar naphtol, setelah mendapat perlakuan dari *Roughing Filter* terjadi penurunan. Hal ini dapat disebabkan oleh adanya proses penyerapan naphtol. Penyerapan ini terjadi karena adanya interaksi antara naphtol dengan biosubstrat pada biofilm. Berdasarkan hal tersebut, sehingga diketahui bahwa mikroorganisme dalam biofilm mempunyai kemampuan untuk menurunkan warna dengan melakukan penyerapan melalui permukaan selnya, dimana partikel-partikel warna akan menempel pada

permukaan terluar sel karena adanya proses adsorpsi. Setelah itu zat warna akan diserap masuk oleh sel.

Disamping adanya proses adsorpsi, penurunan warna dapat juga disebabkan oleh terputusnya ikatan zat warna azo (-N=N-) yang merupakan gugus terbentuknya warna naphthol. Perlakuan secara anaerobik pada dasarnya sebagai pengolahan pendahuluan limbah cair yang mengandung bahan organik tinggi dan sukar untuk didegradasi. Pada proses anaerobik terjadi pemutusan molekul-molekul yang sangat kompleks menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana. Mekanisme yang terjadi bermula dari penyisihan warna dari kromofor azo yang dicapai dengan reduksi dari ikatan azo (-N=N-). Pada kondisi anaerob, ikatan azo direduksi dan dipecah menjadi aromatik amine. Proses degradasi warna secara anaerob yang terjadi, sebagai berikut :



Keterangan : X dan Y adalah variasi COOH atau SO₃H

Gambar 4.3. Proses Degradasi Warna Secara Anaerob

Pada kondisi anaerobik proses penghilangan warna pada campuran azo terdiri dari dua tahapan. Tahap pertama reaksi yang terjadi tidak stabil, karena masih ada molekul oksigen dalam media. Setelah molekul oksigen yang ada dalam media habis maka proses perombakan zat warna akan stabil. Hal ini dapat terjadi karena warna azo bertindak sebagai akseptor elektron akhir bila tidak ada oksigen yang hadir dalam media. Mekanisme dasar pemutusan ikatan azo terjadi bersamaan dengan reoksidasi dari nukleotida yang dibangkitkan secara enzimatis. Selama nukleotida direduksi sistem pengangkutan elektron, zat warna berperan sebagai oksidator. Elektron yang dilepas oleh nukleotida yang mengalami oksidasi akan diterima oleh campuran azo, sehingga zat warna dapat direduksi menjadi amina-amina yang bersesuaian. Proses pemutusan ikatan azo ini membutuhkan waktu yang cukup lama, oleh karena itu diperlukan waktu kontak yang lama pula untuk memperoleh penurunan warna yang optimal.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian maka dapat disimpulkan, bahwa :

1. Reaktor Anaerobik *Horizontal Roughing Filter* dapat menurunkan konsentrasi COD dan Warna pada air buangan Industri Batik Nakula Sadewa meskipun belum memenuhi baku mutu yang ditetapkan oleh Gubernur melalui Keputusan Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta No:281/KPTS/1998, dengan prosentase penurunan rata-rata sebesar 21.91% untuk parameter COD dan 3.04% untuk parameter warna.
2. Untuk memperoleh penurunan konsentrasi COD dan warna pada Anaerobik *Horizontal Roughing Filter*, diperlukan waktu kontak yang cukup lama sehingga memberikan kesempatan bagi mikroorganisme untuk mendegradasi bahan organik dalam air limbah.
3. Konsentrasi maksimum COD yang berhasil diturunkan dengan menggunakan reaktor Anaerobik *Horizontal Roughing Filter* adalah sebesar 68,58%. Penurunan ini terjadi karena adanya proses *adsorpsi* bahan organik yang terlarut dalam air limbah oleh lapisan film atau lapisan lendir pada media kerikil sehingga terjadi proses degradasi terhadap polutan yang ada pada air buangan, yang menyebabkan beberapa padatan tersuspensi juga akan terdegradasi.

4. Pada parameter COD dan warna setelah dilakukan pengujian dengan menggunakan perbandingan dua variabel bebas (Uji t) terjadi penurunan konsentrasi yang tidak signifikan antara konsentrasi pada inlet dan outlet.
5. Konsentrasi maksimum warna yang berhasil diturunkan dengan menggunakan reaktor Anaerobik *Horizontal Roughing Filter* adalah sebesar 23.01%. Penurunan konsentrasi warna terjadi karena terputusnya gugus Azo (N=N) yang merupakan gugus pembentuk warna naphtol menjadi aromatik amine.

5.2 Saran

1. Pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat memperhatikan temperatur dan pH limbah yang akan diolah mengingat hal ini dapat mempengaruhi proses penguraian pencemar secara anaerobik pada *Roughing Filter*.
2. Pada pengambilan sampel langsung dari reaktor sebaiknya mempertimbangkan hal-hal yang dapat mempengaruhi hasil dari penelitian terhadap sampel uji.
3. Perlunya dilakukan penelitian lanjutan tentang Anaerobik *Horizontal Roughing Filter* dengan menggunakan diameter media yang lebih kecil dan waktu kontak yang lebih lama, pada reflika yang sama.
4. Peneliti selanjutnya, hendaknya mengetahui indikator lain selain terbentuknya gelembung gas pada pipa udara untuk membuktikan bahwa reaktor telah dalam kondisi anaerobik.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaert dan Sri Sumestri Santika, 1981, METODE PENELITIAN AIR, Usaha Nasional, Surabaya.
- Anonim, 1985-1986, BUKU PANDUAN PENCEGAHAN DAN PENANGGULANGAN PENCEMARAN INDUSTRI BATIK, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Kerajinan Batik.
- Anonim, 1991, PENGETAHUAN ZAT-ZAT WARNA BATIK, Dinas Perindustrian, Jogjakarta.
- Anonim, 1991, KUMPULAN SNI KUALITAS AIR, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonim, 1997, PERENCANAAN TEKNIK PENGELOLA PENCEMARAN INDUSTRI SKALA KECIL SENTRA BATIK DI DIY, Balai Besar Penelitian Dan Pengembangan Industri Kerajinan Dan Batik, Yogyakarta.
- Anonim, 2006, CHEMICAL STRUCTURE OF INDIGOFERA, Google Com.
- Benefield, L. D., 1980, BIOLOGICAL PROCESSES DESIGN FOR WASTEWATER TREATMENT, Prentice – Hall, Inc., USA.
- Davis, Mackenzie L and Cornwell, David. A, 1991, INTRODUCTION TO ENVIRONMENTAL ENGINEERING, Mc Graw-Hill, Newyork.
- Darsono, Valentinus Ms, Ir, 1995, PENGANTAR ILMU LINGKUNGAN EDISI REVISI, Universitas Atma Jaya, Jogjakarta.
- Eddy and Metcalf, 2003, WASTEWATER ENGINEERING TREATMENT AND REUSE, McGraw-Hill Companies, America.
- Hammer J. M, 1977, WATER AND WASTEWATER TECHNOLOGY, John Wiley and Sons, Newyork.
- Hasibuan, Rosdanelli dan Manurung R, Irvan, 2006, PEROMBAKAN ZAT WARNA AZO REAKTIF SECARA ANAEROB-AEROB, *Journal of Applied Chemistry*, 1(1): 1-4.
- Jenie, B. S.L. dan Winiati, P. R., 1993, PENANGANAN LIMBAH INDUSTRI PANGAN, Kanisius, Jogjakarta.
- Manurung, Renita, 2006, PROSES ANAEROBIK SEBAGAI ALTERNATIF UNTUK MENGOLAH LIMBAH SAWIT, *Journal of Applied Chemistry*, 1(1): 5-8.

- Price, Elizabeth and Cheremisinoff, Asis, 1981, TEKNIK PENGELOLAAN AIR BUANGAN INDUSTRI, Himpunan Karya Ilmiah Dibidang Perkotaan dan Lingkungan, KPPL, Jakarta.
- Prpto Wisjnu, Djayaningrat Azis, 1993, TEKNIK PENGELOLAAN AIR BUANGAN INDUSTRI, Himpunan Karya Ilmiah Dibidang Perkotaan dan Lingkungan, KPPL, Jakarta.
- Soeparman, 1967, TEKNOLOGI KIMIA TEKSTIL, ITT, Bandung.
- Sewan Susanto, S.K, 1973, SENI KERAJINAN BATIK INDONESIA, Balai Penelitian Batik Dan Kerajinan, Lembaga Penelitian Dan Pendidikan Industri, Departemen Perindustrian RI.
- Sugiharto, 1987, DASAR-DASAR PENGELOLAAN AIR LIMBAH, UI Press, Jakarta.
- Wegelin, Martin, 1996, SURFACE WATER TREATMENT BY ROUGHING FILTER, SANDEC.

LAMPIRAN I.11

KEPUTUSAN GUBERNUR KEPALA DAERAH Istimewa YOGYAKARTA
NOMOR : 281/KPTS/1998

TENTANG

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

BAKU MUTU LIMBAH CAIR UNTUK 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



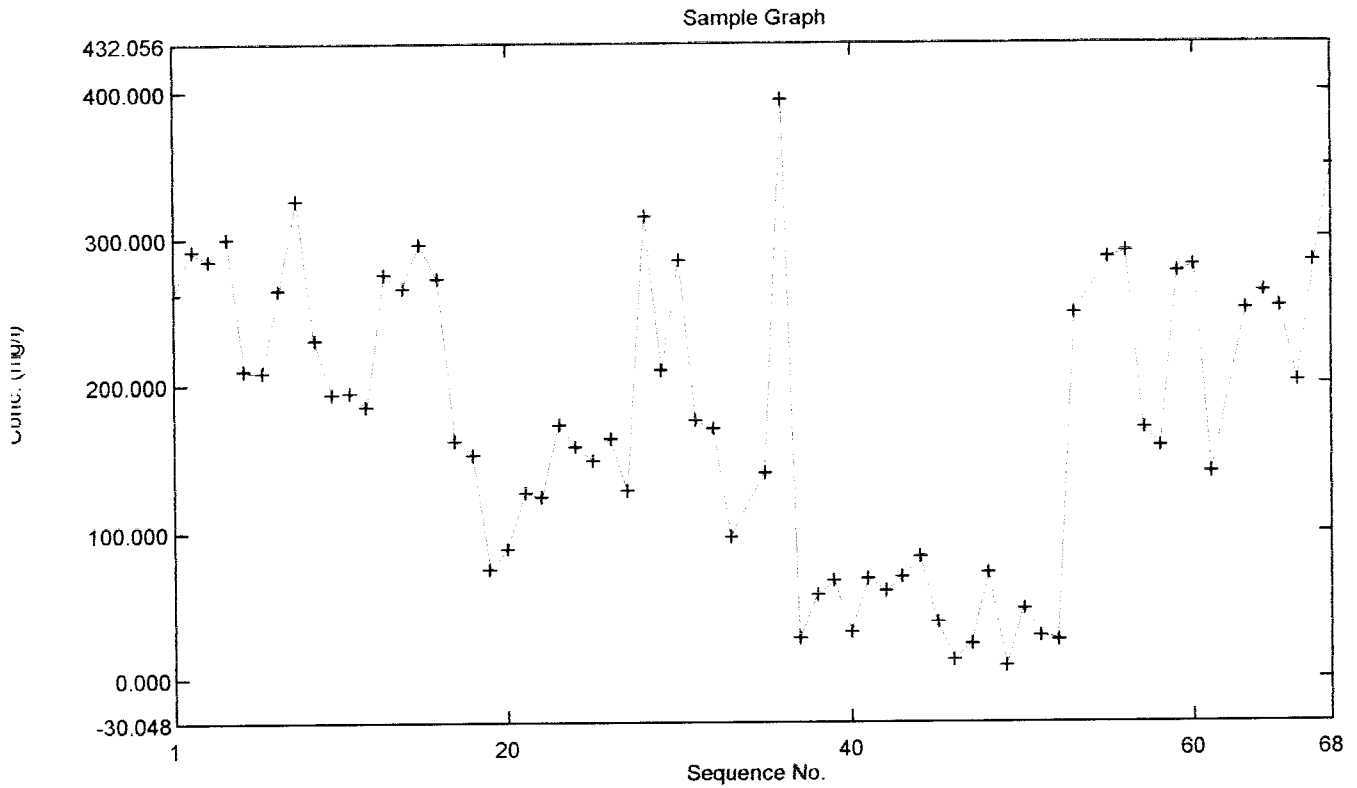
[Handwritten signature]
SUDHARMO
Gubernur

YOGYAKARTA

Sample Table Report

06/29/2006 11:36:36 AM

File Name: F:\Wi2n COD.pho



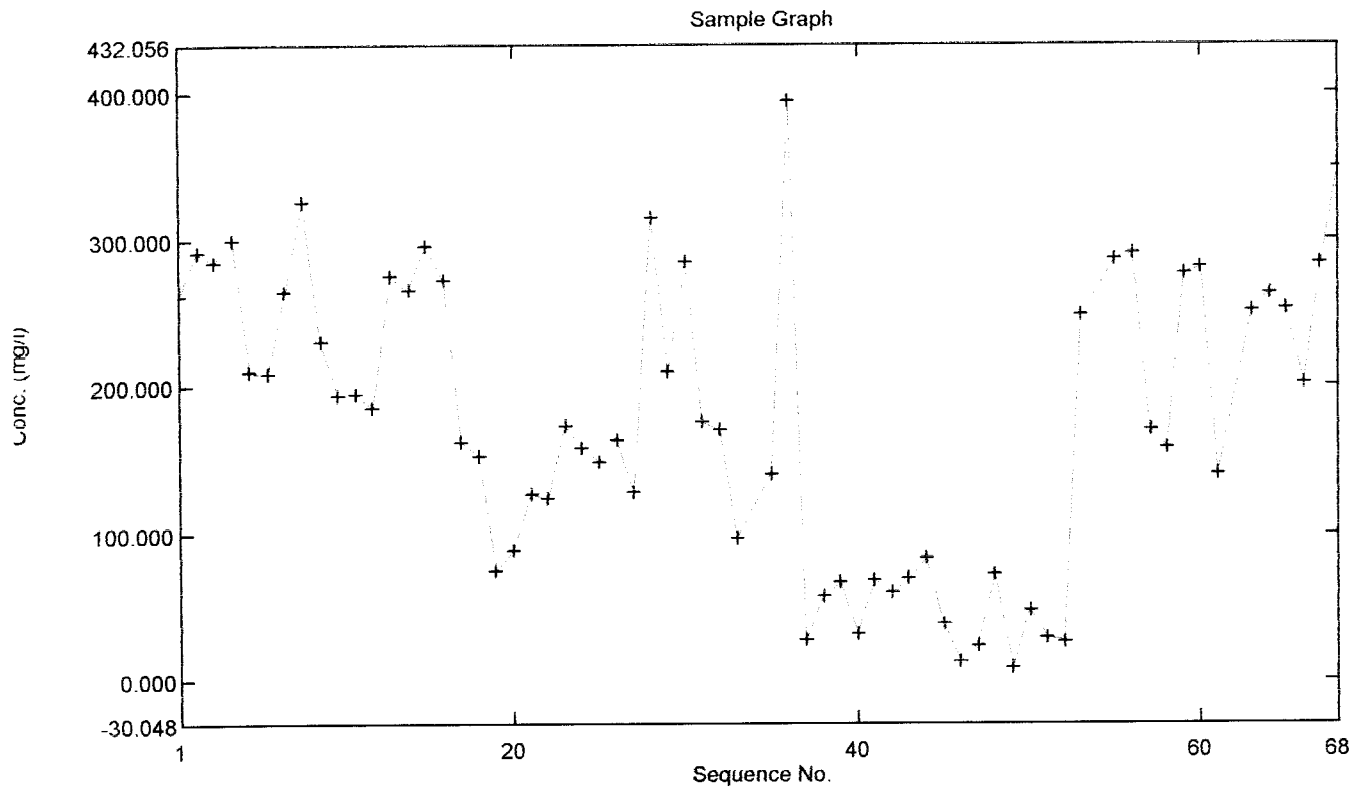
Sample Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
Inlet 1	Unknown		262.303	0.060	pengenceran 100 X
outlet 1	Unknown		291.299	0.067	pengenceran 100 X
in 75%	Unknown		284.685	0.065	
out 75%	Unknown		299.946	0.069	
in 100% 1	Unknown		209.398	0.047	
out 100% 2	Unknown		208.380	0.047	
in 100 % 2	Unknown		264.337	0.060	
out 100% hr 2	Unknown		325.382	0.075	
in 1 A	Unknown		229.746	0.052	
in 1 B	Unknown		193.628	0.043	
out 1 A	Unknown		194.645	0.044	
out 1 B	Unknown		184.980	0.041	
in 6 1a	Unknown		275.020	0.063	
in 6 1b	Unknown		265.355	0.061	
out 6 1a	Unknown		296.386	0.088	
out 6 1b	Unknown		271.968	0.062	
in 12.1 a	Unknown		162.088	0.036	
in 12.1 b	Unknown		152.932	0.034	

Sample Table Report

06/29/2006 11:36:36 AM

File Name: F:\Wi2n COD.pho



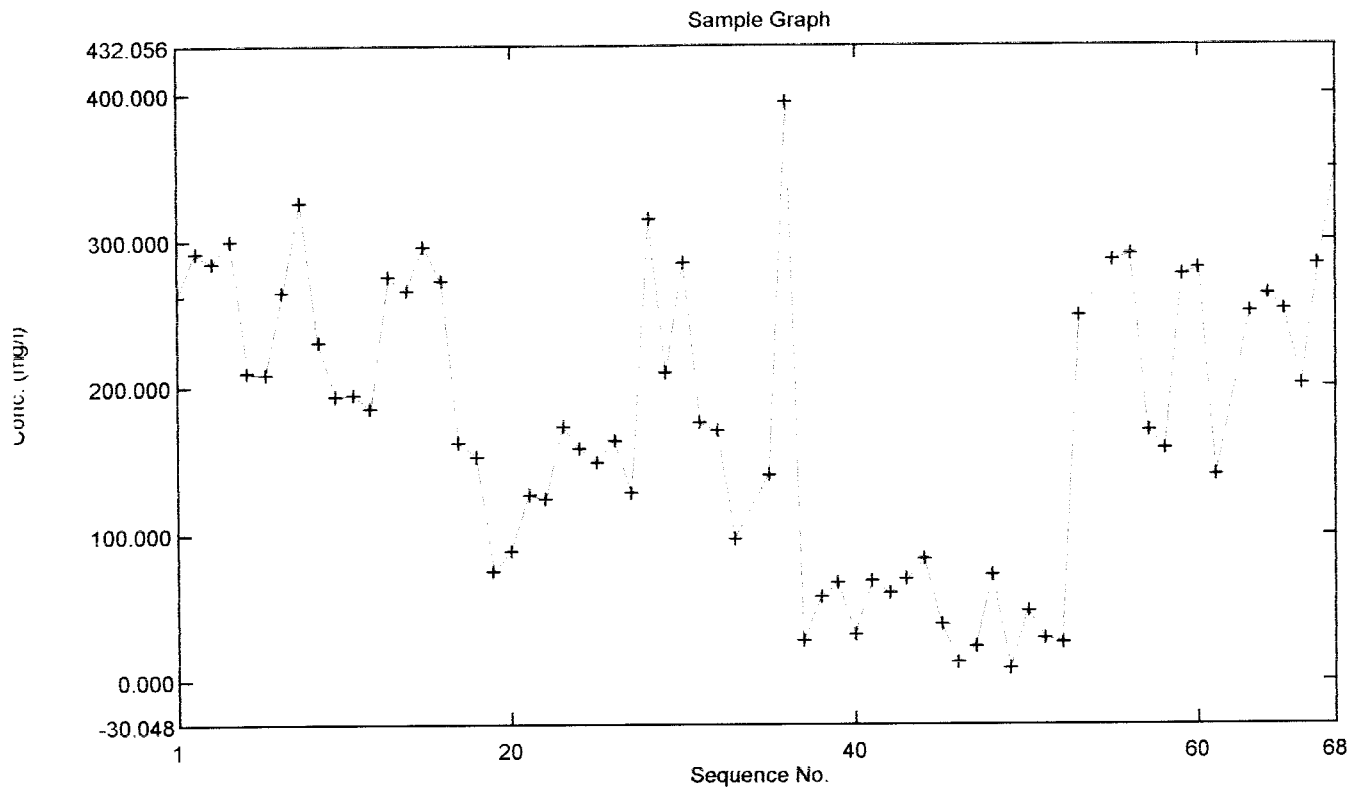
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
9	in 6.2 a	Unknown		74.592	0.015	
10	in 6.2 b	Unknown		88.835	0.018	
11	in 12.2 a	Unknown		126.479	0.027	
12	in 12.2 b	Unknown		123.427	0.027	
13	out 12.1 a	Unknown		172.771	0.038	
14	out 12.1 b	Unknown		158.019	0.035	
15	out 6.2 a	Unknown		148.862	0.033	
16	out 6.2 b	Unknown		163.614	0.036	
17	out 12.2 a	Unknown		128.005	0.028	
18	out 12.2 b	Unknown		314.190	0.072	
19	in 6.1 A'	Unknown		209.906	0.047	
20	in 6.1 B'	Unknown		285.194	0.065	
21	in 12.1 A'	Unknown		175.315	0.039	
22	in 12.1 B'	Unknown		169.719	0.038	
23	out 6.1 A'	Unknown		96.466	0.020	
24	out 6.1 B'	Unknown	✓	326.399	0.075	
25	out 12.1 A'	Unknown		140.723	0.031	
26	out 12.1 B'	Unknown		393.548	0.091	

Sample Table Report

06/29/2006 11:36:36 AM

File Name: F:\Wi2n COD.pho



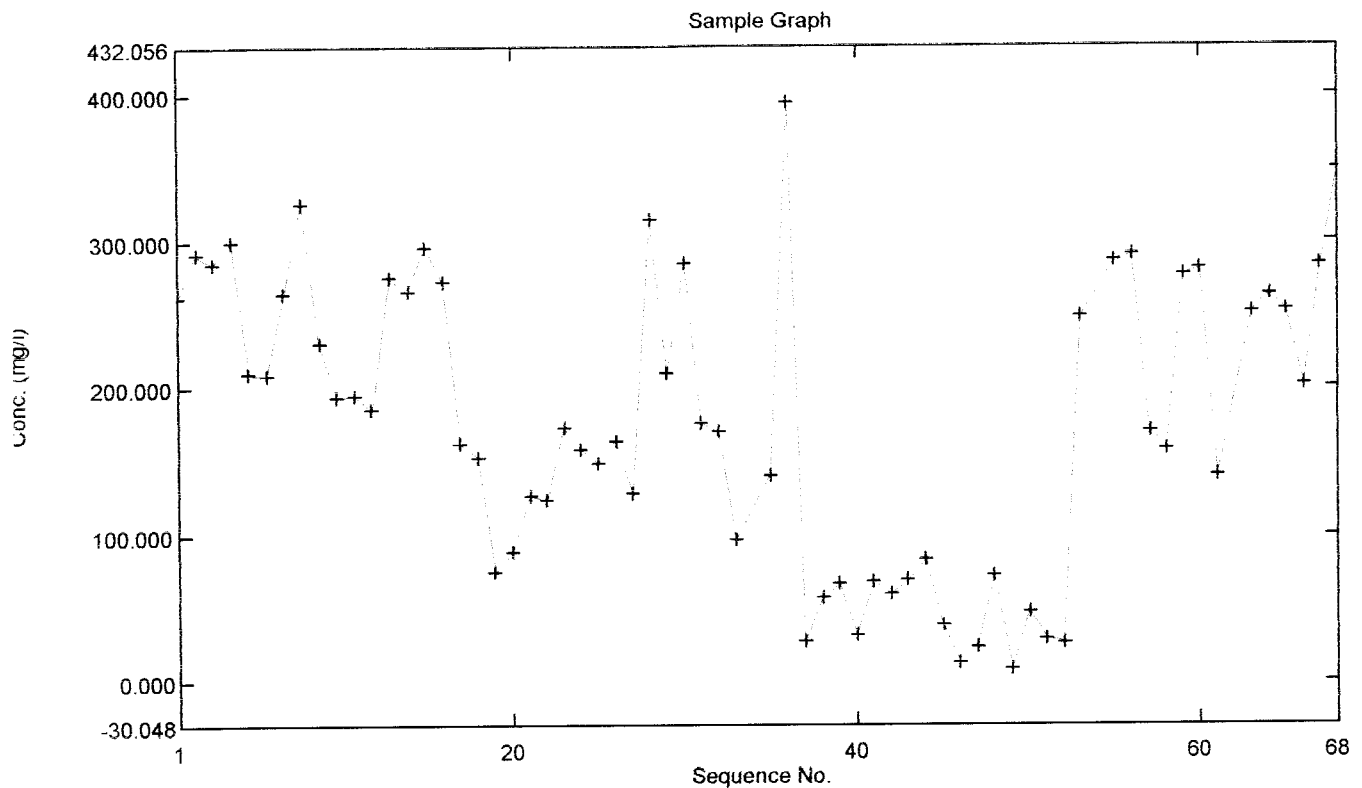
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
7	in 6.2 A'	Unknown		26.774	0.003	
8	in 6.2 B'	Unknown		56.787	0.011	
9	in 12.2 A'	Unknown		66.452	0.013	
0	in 12.2 B'	Unknown		31.861	0.005	
1	out 6.2 A'	Unknown		67.979	0.013	
2	out 6.2 B'	Unknown		59.331	0.011	
3	out 12.2 A'	Unknown		68.996	0.014	
4	out 12.2 B'	Unknown		82.731	0.017	
5	in 6.3 A'	Unknown		38.474	0.006	
6	in 6.3 B'	Unknown		12.021	-0.000	
7	in 12.3 A'	Unknown		23.722	0.003	
8	in 12.3 B'	Unknown		72.048	0.014	
	out 6.3 A'	Unknown		8.461	-0.001	
	out 6.3 B'	Unknown		48.139	0.009	
	out 12.3A'	Unknown		28.809	0.004	
	out 12.3 B'	Unknown		26.265	0.003	
	in 6.4 a	Unknown		247.550	0.056	
	in 6.4 b	Unknown	✓	170.228	0.038	

Sample Table Report

06/29/2006 11:36:36 AM

File Name: F:\Wi2n COD.pho



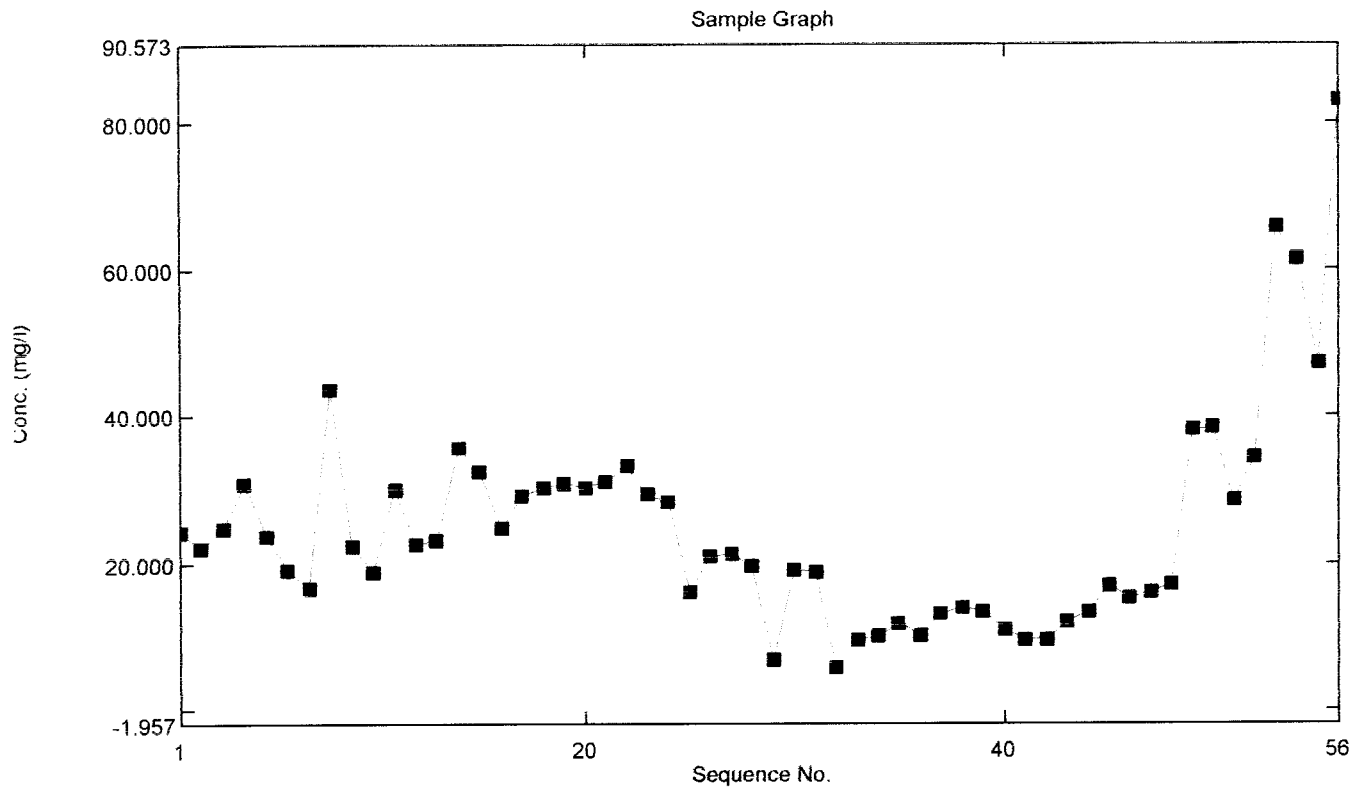
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
5	in 5 a	Unknown		286.720	0.066	
6	in 6.5 b	Unknown		289.772	0.067	
7	in 12.4 a	Unknown		170.736	0.038	
8	in 12.4 b	Unknown		158.527	0.035	
9	in 12.5 a	Unknown		276.546	0.063	
0	in 12.5 b	Unknown		280.616	0.064	
1	out 6.4 a	Unknown		140.723	0.031	
2	out 6.4 b	Unknown	✓	214.485	0.048	
3	out 6.5 a	Unknown		250.602	0.057	
4	out 6.5 b	Unknown		263.320	0.060	
5	out 12.4 a	Unknown		252.129	0.057	
6	out 12.4 b	Unknown		202.276	0.046	
7	out 12.5 a	Unknown		283.668	0.065	
8	out 12.5 b	Unknown		348.273	0.081	
9						

Sample Table Report

06/29/2006 11:34:24 AM

File Name: F:\Wi2n Warna.pho



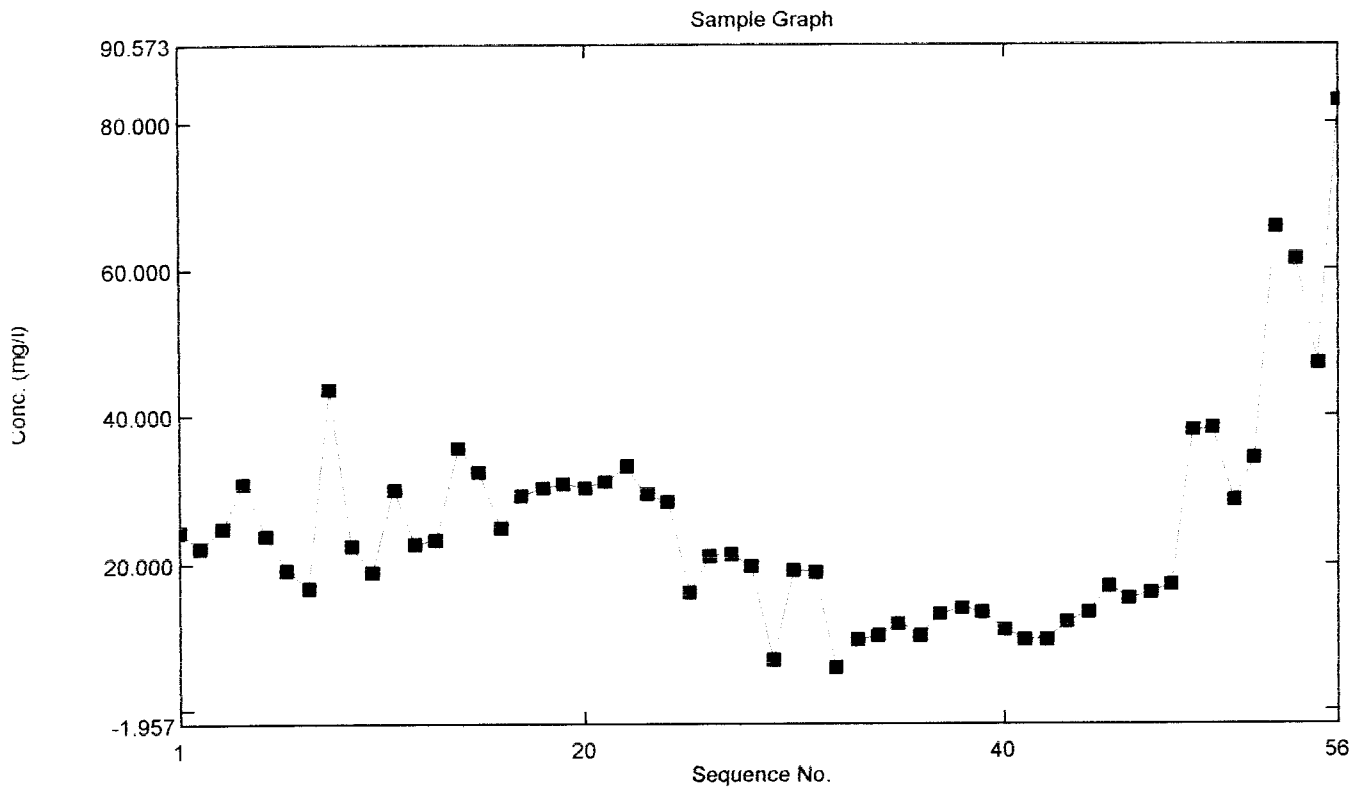
Sample Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL355	Comments
IN 1	Unknown		24.190	0.062	100 X
OUT 1	Unknown		22.057	0.056	
IN 2	Unknown		24.758	0.063	
OUT 2	Unknown		30.919	0.079	
in ci	Unknown		23.668	0.060	
out ci	Unknown		19.071	0.048	
in 100% 1	Unknown		16.701	0.042	
in 100% 2	Unknown		43.668	0.112	
out 100% 2	Unknown		22.246	0.057	
out 100% 1.1	Unknown		18.882	0.048	
in 100% 3	Unknown		30.114	0.077	
out 100% 3	Unknown		22.483	0.057	
in A	Unknown		23.289	0.059	
in B	Unknown		35.659	0.091	
out B	Unknown		32.341	0.083	
out A 1	Unknown		24.664	0.063	
in 6 Dt1	Unknown		29.166	0.074	
in 12.1	Unknown		30.303	0.077	

Sample Table Report

06/29/2006 11:34:24 AM

File Name: F:\Wi2n Warna.pho



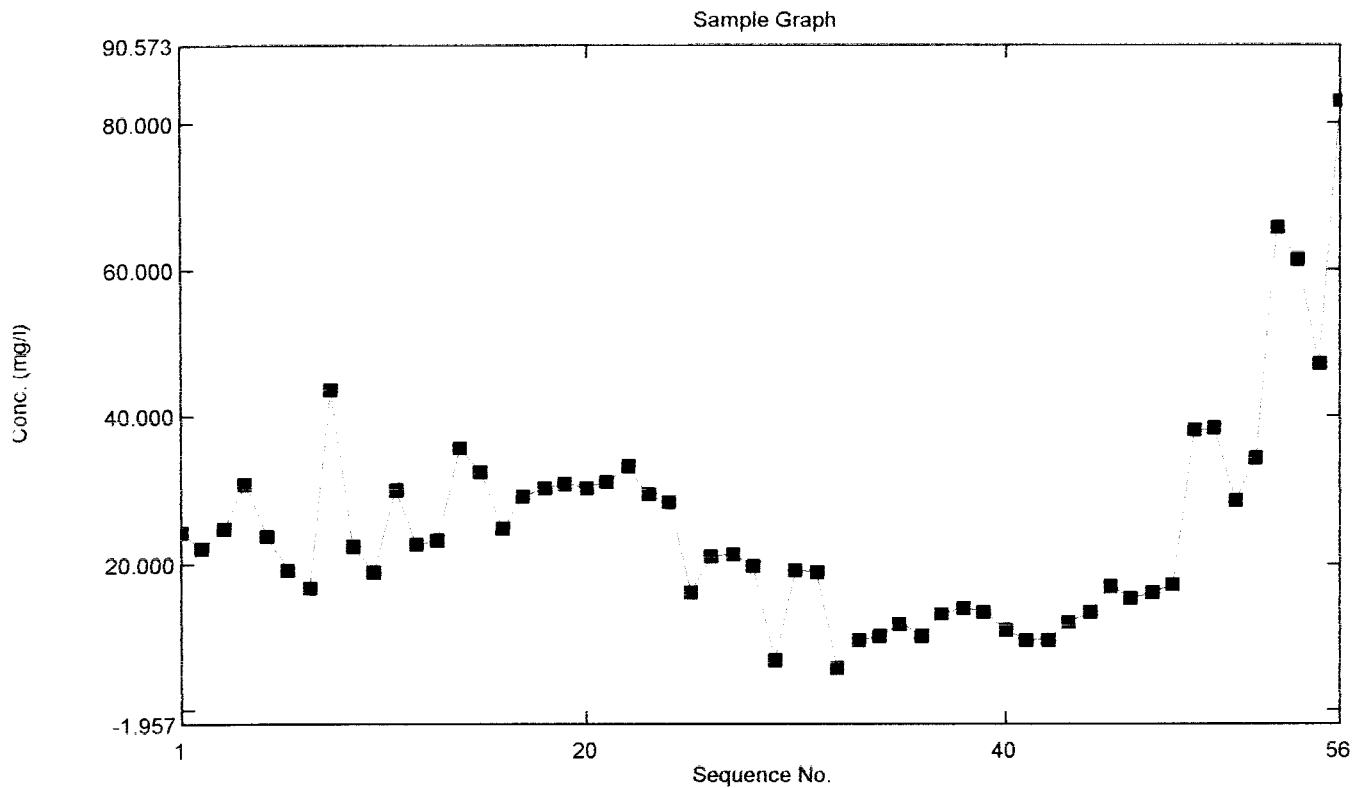
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL355	Comments
9	in 6.2	Unknown		30.825	0.079	
0	in 12.2	Unknown		30.351	0.078	
1	out 6 Dt1	Unknown		31.109	0.079	
2	out 12.1	Unknown		33.147	0.085	
3	out 6.2	Unknown		29.308	0.075	
4	out 12.2	Unknown		28.360	0.072	
5	in 6.3	Unknown		16.133	0.041	
3	in 12.3	Unknown		21.014	0.053	
7	out 6.3	Unknown		21.299	0.054	
3	out 12.3	Unknown		19.498	0.050	
1	in 6.4	Unknown		6.796	0.017	
1	in 12.4	Unknown		19.166	0.049	
	out 6.4	Unknown		18.787	0.048	
	out 12.4	Unknown		5.754	0.014	
	in 6.5	Unknown		9.545	0.024	
	out 6.5	Unknown		9.972	0.025	
	in 12.5	Unknown		11.820	0.030	in 6.6
	in 12.5"	Unknown		10.161	0.026	

Sample Table Report

06/29/2006 11:34:24 AM

File Name: F:\Wi2n Warna.pho



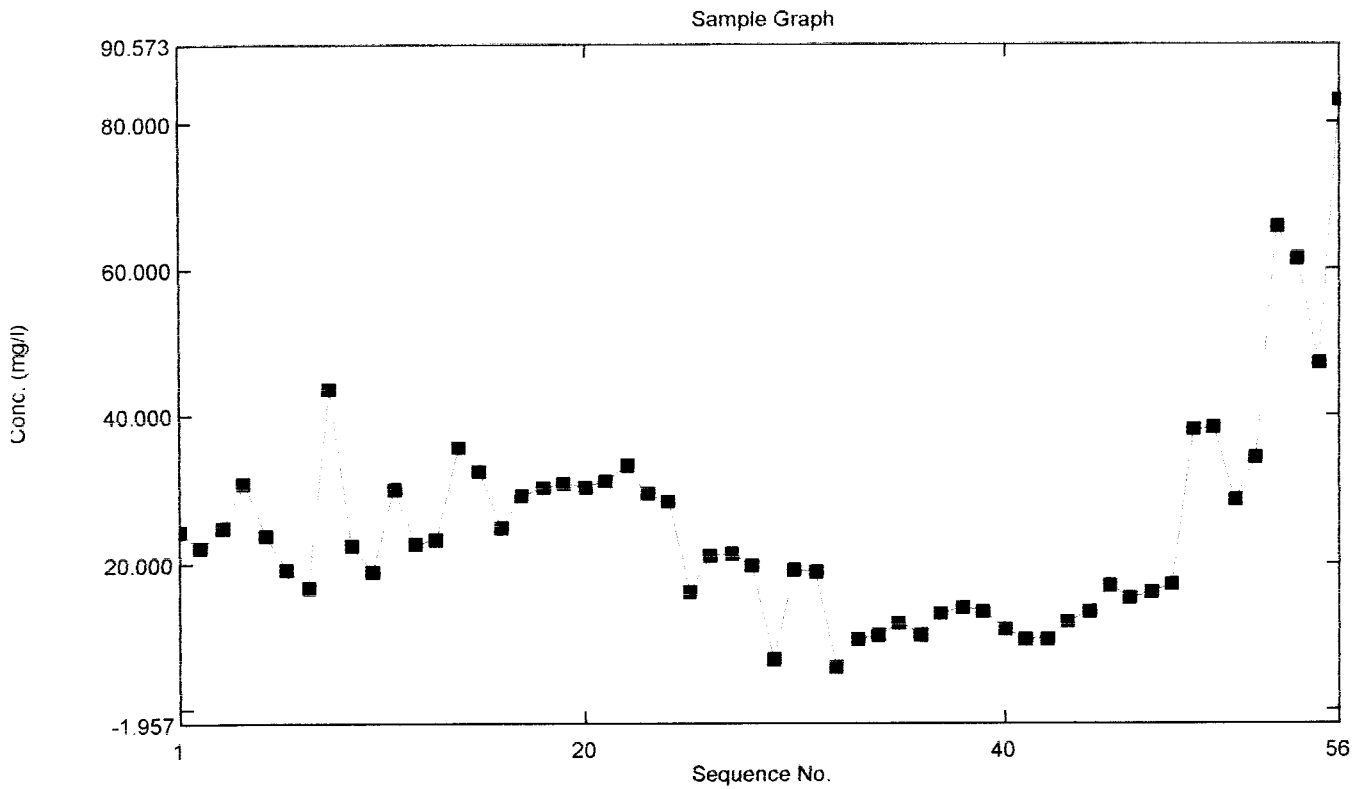
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL355	Comments
7	in 12.6	Unknown		13.100	0.033	
8	in 6.7	Unknown		13.953	0.035	
9	in 12.7	Unknown		13.384	0.034	
0	out 12.5	Unknown		10.872	0.027	
1	out 6.6	Unknown		9.640	0.024	
2	out 12.6	Unknown		9.545	0.024	
3	out 6.7	Unknown		11.867	0.030	
4	out 12.7	Unknown		13.336	0.034	
5	in 6.8	Unknown		16.891	0.043	
6	in 12.8	Unknown		15.232	0.039	
7	out 6.8	Unknown		16.038	0.041	
8	out 12.8	Unknown		17.175	0.044	
9	in 6.9	Unknown		38.076	0.097	
0	in 12.9	Unknown		38.360	0.098	
1	out 6.9	Unknown		28.550	0.073	
2	out 12.9	Unknown		34.237	0.088	
3	in 6.10	Unknown		65.659	0.168	
4	in 12.10	Unknown		61.251	0.157	

Sample Table Report

06/29/2006 11:34:24 AM

File Name: F:\Wi2n Warna.pho



Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL355	Comments
5	out 6.10 out	Unknown		47.128	0.121	
6	out 12.10	Unknown		82.863	0.213	
7						

ANALISA DATA COD DENGAN UJI t

Uji t untuk bagian inlet dan outlet

Langkah 1 : Membuat Ho dan Ha dalam bentuk kalimat :

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

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

Langkah 2 : Membuat Ho dan Ha model statistik :

Ho : $\mu_1 = \mu_2$

Ha : $\mu_1 \neq \mu_2$

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

t-Test: Paired Two Sample for Means		
	Variable 1	Variable 2
Mean	16076.56	13512.73
Variance	93107585	95272362
Observations	10	10
Pearson Correlation	0.916698	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	9	
t Stat	2.045906	
P(T<=t) one-tail	0.035541	
t Critical one-tail	1.833113	
P(T<=t) two-tail	0.071083	

t Critical two-tail	2.262157	
Standar Deviasi	9649.227	9760.756

Langkah 4 : Menentukan kaidah pengujian

1. Taraf signifikansinya ($\alpha = 0.05$)
2. Diperoleh t tabel = 2.26
3. Kriteria pengujian dua pihak

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

Langkah 5 : Membandingkan t tabel dengan t hitung

Ternyata $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \leq +t \text{ tabel}$

atau $-2.26 < 2.04 < 2.26$, maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

Langkah 6 : Kesimpulan

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

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

ANALISA DATA WARNA DENGAN UJI t

Uji t untuk bagian inlet dan outlet

Langkah 1 : Membuat Ho dan Ha dalam bentuk kalimat :

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

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

Langkah 2 : Membuat Ho dan Ha model statistik :

Ho : $\mu_1 = \mu_2$

Ha : $\mu_1 \neq \mu_2$

Langkah 3 : Mencari rata-rata (X_r): standar deviasi (s): varians (S): korelasi: dan t hitung

t-Test: Paired Two Sample for Means		
	Variable 1	Variable 2
Mean	2455.93	2392.425
Variance	2670191	3078619
Observations	20	20
Pearson Correlation	0.882492	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	19	
t Stat	0.342308	
P(T<=t) one-tail	0.367938	
t Critical one-tail	1.729133	

P(T<=t) two-tail	0.735876	
t Critical two-tail	2.093024	
Standar Deviasi	1634.072	1754.599

Langkah 4 : Menentukan kaidah pengujian

1. Taraf signifikansinya ($\alpha = 0.05$)
2. Diperoleh t tabel = 2.09
3. Kriteria pengujian dua pihak

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

Langkah 5 : Membandingkan t tabel dengan t hitung

Ternyata $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \leq +t \text{ tabel}$

atau $-2.09 < 0.34 < 2.09$, maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

Langkah 6 : Kesimpulan

H_0 : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi

Warna pada inlet dan outlet

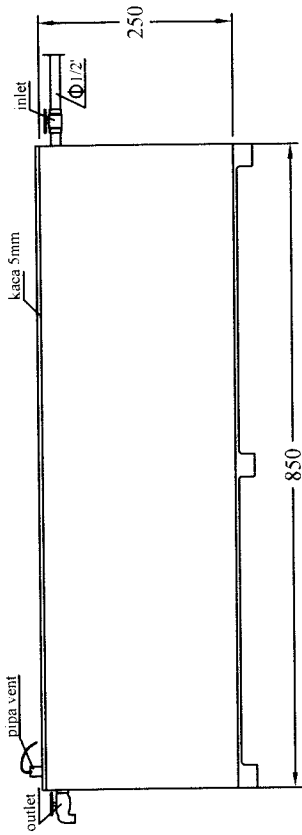
DITERIMA.

H_a : Terdapat perbedaan signifikan antara konsentrasi Warna pada

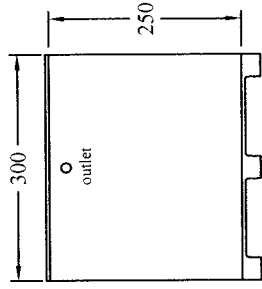
inlet dan outlet

DITOLAK.

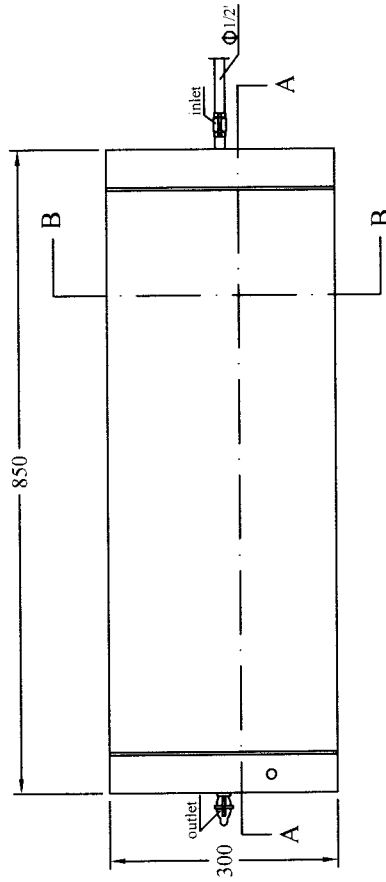
LAMPIRAN 3



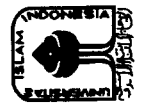
TAMPAK SAMPING



TAMPAK DEPAN



TAMPAK ATAS



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

TUGAS AKHIR

EFEKTIVITAS ANAEROBIK HORIZONTAL
ROUGING FILTER DALAM
MENURUNKAN COD DAN WARNA PADA
AIR BUANGAN INDUSTRI BATIK

DISUSUN OLEH :

WIWIN HARTANTI
01 513 041

DOSEN PEMBIMBING 1 :

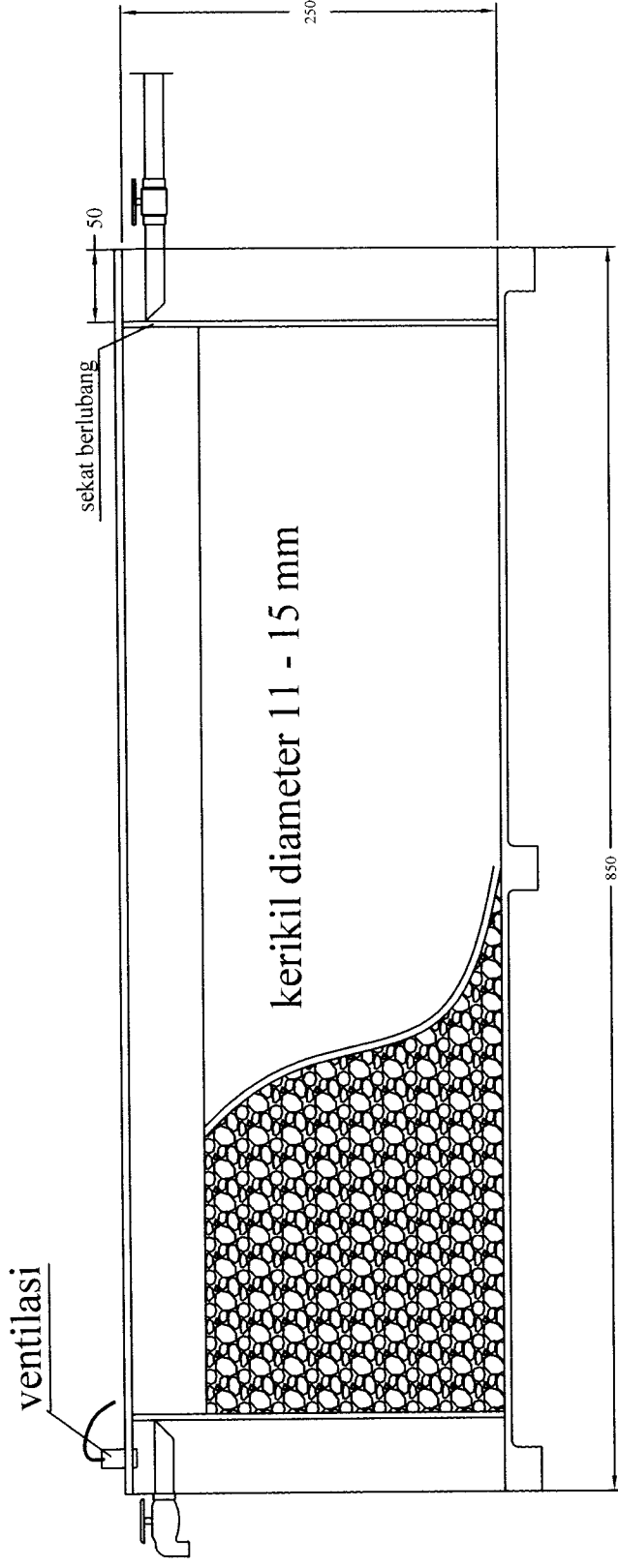
Ir. H. KASAM, MT.

PARAF 1 :

DOSEN PEMBIMBING 2 :


ANDIK YULIANTO, ST.

PARAF 2 :



POTONGAN A - A

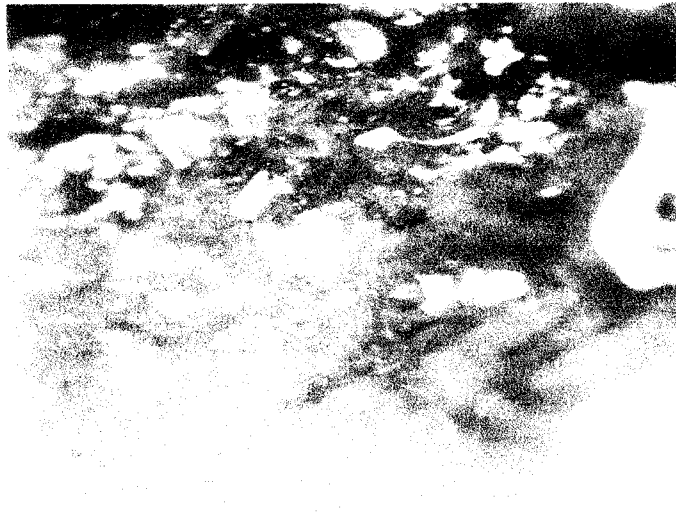


 JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA	TUGAS AKHIR	DISUSUN OLEH :	DOSEN PEMBIMBING 1 :	PARAF 1 :
	EFEKTIFITAS ANAEROBIK HORIZONTAL ROUGHING FILTER DALAM MENURUNKAN COD DAN WARNA PADA AIR BUANGAN INDUSTRI BATIK	WIWIN HARTANTI 01 513 041	Ir. H. KASAM, MT.	DOSEN PEMBIMBING 2 :
			ANDIK YULIANTO, ST.	

CAMPION 4



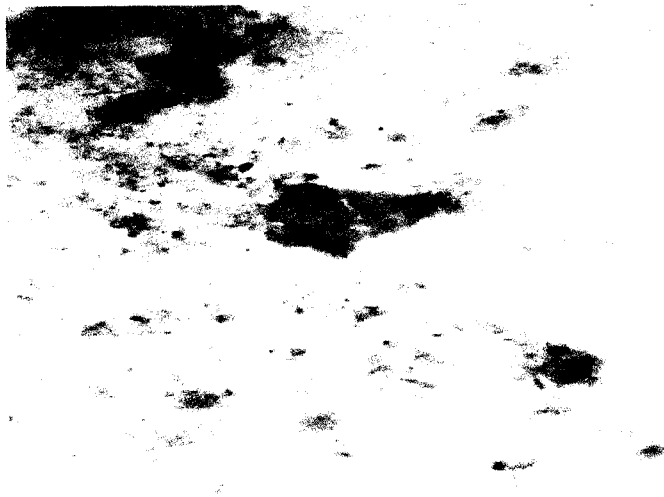
Lapisan Biofilm Bagian Inlet



Lapisan Biofilm Bagian Tengah

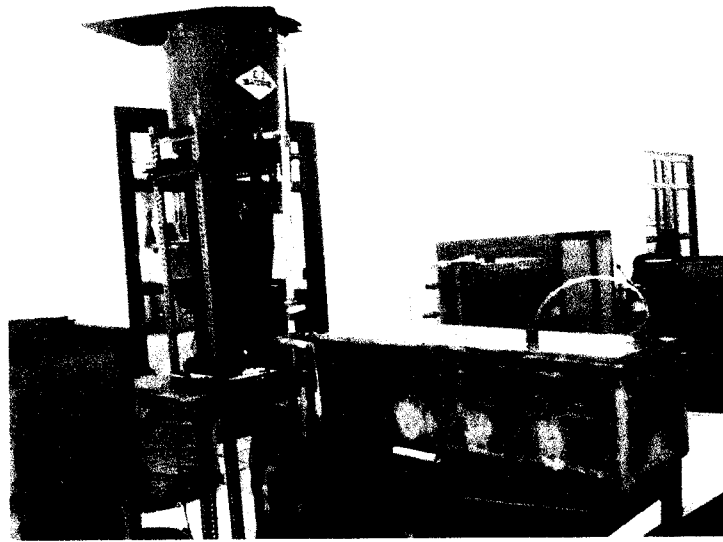


Lapisan Biofilm Bagian Outlet

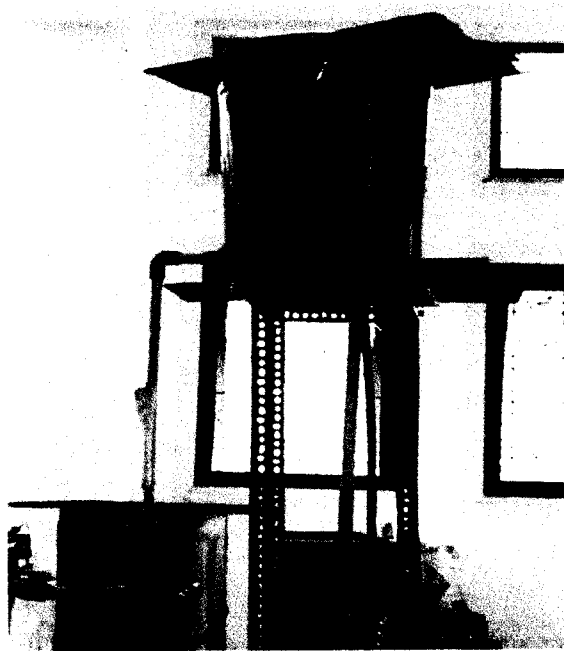


Jaringan Penyusun Biofilm

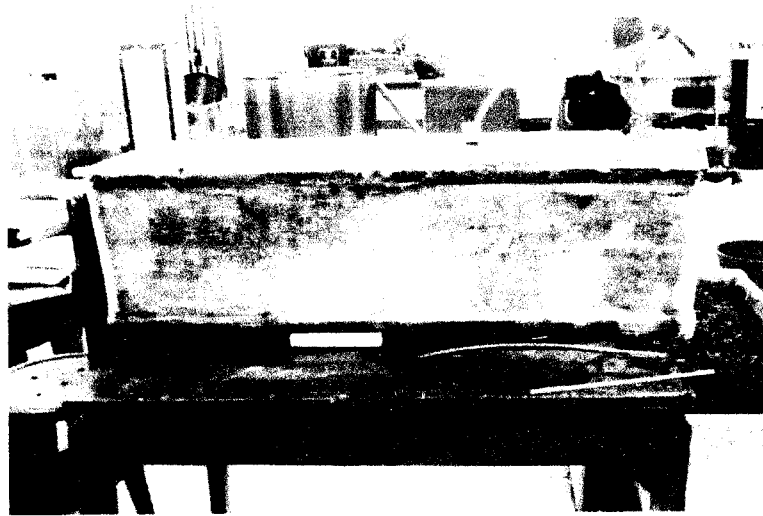
CAMPBELL



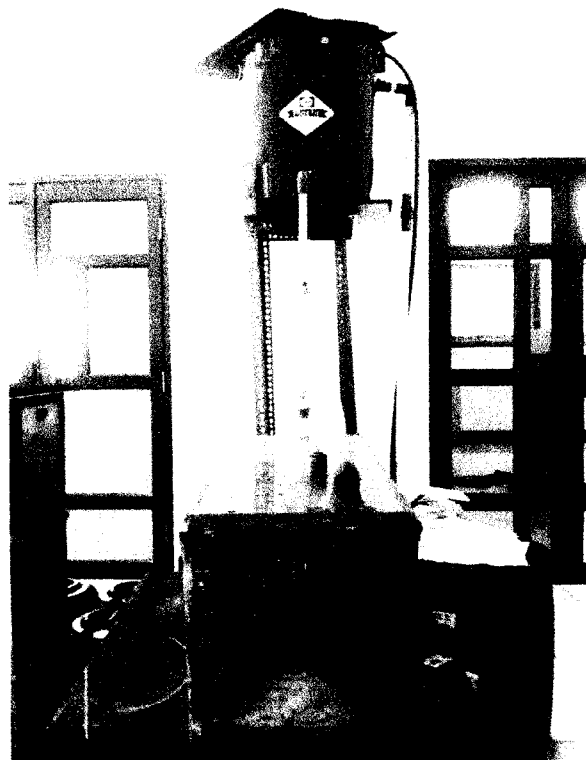
Reaktor Anaerobik *Horizontal Roughing Filter* dan *Reservoar*



Reservoar



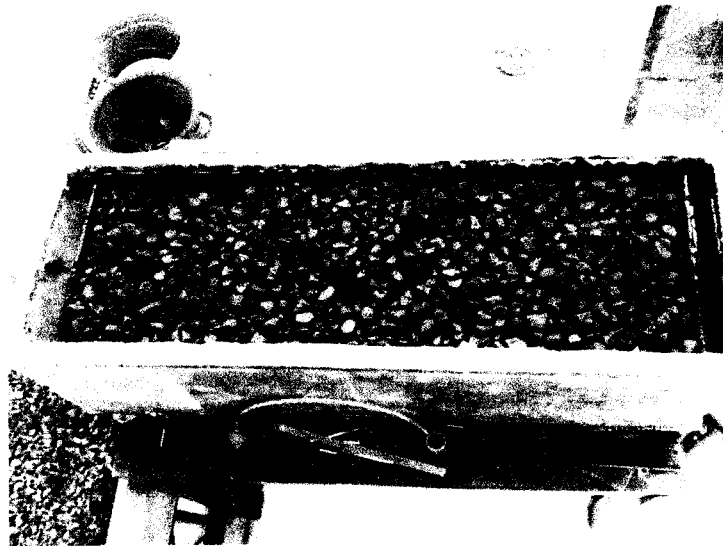
Reaktor Anaerobik *Horizontal Roughing Filter* Tampak Samping



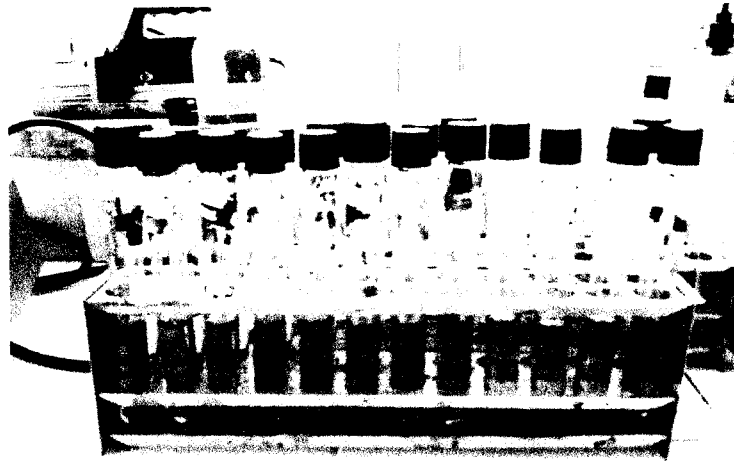
Reaktor Anaerobik *Horizontal Roughing Filter* Tampak Depan



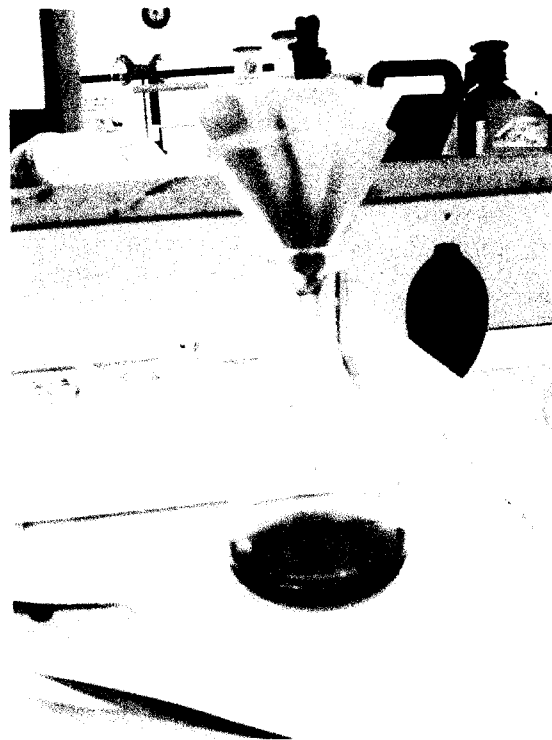
Media Gravel Pada Reaktor Anaerobik Horizontal Roughing Filter



Media Gravel Pada Reaktor Anaerobik Horizontal Roughing Filter Tampak Atas



Pemeriksaan COD



Pemeriksaan Warna

LAMPIRAN 6



Standar Nasional Indonesia

SNI 06-6989.2-2004

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

Daftar isi

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

Prakata

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

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

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

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

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

1 Ruang lingkup

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

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

2 Istilah dan definisi

2.1

Larutan induk

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

2.2

Larutan baku

Larutan induk yang diencerkan dengan air suling bebas organik, dan mempunyai nilai KOK 300 mg/L

2.3

Larutan kerja

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

2.4

Larutan blanko atau air suling bebas organik

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

2.5

Kurva kalibrasi

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

2.6

Substansi uji

substansi uji dengan kadar tertentu

2.7

Spiked sample

substansi uji yang diperkaya dengan larutan baku dengan kadar tertentu

2.8

(CRM (Standard Reference Material))

standar yang tertelusur ke sistem nasional

Pencerna 1,5 ml ($K_2Cr_2O_7$)
 Ag_2SO_4 3,5 ml
 Sampel 2 ml

2.9

CRM (Certified Reference Material)

bahan standar bersertifikat yang tertelusur ke sistem nasional atau internasional

3 Cara uji

3.1 Prinsip

KOK (Chemical Oxygen Demand = COD) adalah jumlah oksidan $Cr_2O_7^{2-}$ yang bereaksi dengan contoh uji dan dinyatakan sebagai mg O_2 untuk tiap 1000 mL contoh uji.

Senyawa organik dan anorganik, terutama organik dalam contoh uji dioksidasi oleh $Cr_2O_7^{2-}$ dalam refluks tertutup menghasilkan Cr^{3+} . Jumlah oksidan yang dibutuhkan dinyatakan dalam ekuivalen oksigen (O_2 mg/L) diukur secara spektrofotometri sinar tampak. $Cr_2O_7^{2-}$ kuat mengabsorpsi pada panjang gelombang 400 nm dan Cr^{3+} kuat mengabsorpsi pada panjang gelombang 600 nm.

Untuk nilai KOK 100 mg/L sampai dengan 900 mg/L ditentukan kenaikan Cr^{3+} pada panjang gelombang 600 nm. Pada contoh uji dengan nilai KOK yang lebih tinggi, dilakukan pengenceran terlebih dahulu sebelum pengujian. Untuk nilai KOK lebih kecil atau sama dengan 90 mg/L ditentukan pengurangan konsentrasi $Cr_2O_7^{2-}$ pada panjang gelombang 420 nm.

3.2 Bahan

a. Air suling bebas klorida dan bebas organik.

b. Larutan pencerna (*digestion solution*) pada kisaran konsentrasi tinggi.

Tambahkan 10,216 g $K_2Cr_2O_7$ yang telah dikeringkan pada suhu $150^\circ C$ selama 2 jam ke dalam 500 mL air suling. Tambahkan 167 mL H_2SO_4 pekat dan 33,3 g $HgSO_4$. Larutkan dan dinginkan pada suhu ruang dan encerkan sampai 1000 mL.

c. Larutan pencerna (*digestion solution*) pada kisaran konsentrasi rendah.

Tambahkan 1,022 g $K_2Cr_2O_7$ yang telah dikeringkan pada suhu $150^\circ C$ selama 2 jam ke dalam 500 mL air suling. Tambahkan 167 mL H_2SO_4 pekat dan 33,3 g $HgSO_4$. Larutkan dan dinginkan pada suhu ruang dan encerkan sampai 1000 mL.

d. Larutan pembaksi asam sulfat (H_2SO_4)

Tambahkan serbuk atau kristal Ag_2SO_4 teknis ke dalam H_2SO_4 pekat dengan penambahan 5,5 g Ag_2SO_4 untuk tiap satu kg H_2SO_4 pekat atau 10,12 g Ag_2SO_4 untuk tiap 1000 mL H_2SO_4 pekat. Biarkan 1 jam sampai dengan 2 jam sampai larut, aduk.

e. Asam sulfamat (NH_2SO_3H).

Gunakan jika gangguan nitrit akan dihilangkan. Tambahkan 10 mg asam sulfamat serbuk setiap mg NO_2^- -N yang ada dalam contoh uji.

f. Larutan standar kalium hidrogen phtalat, $HOOC_6H_4COOK$ (KHP).

Sebelum perlahan KHP lalu keringkan sampai berat konstan pada suhu $110^\circ C$. Larutkan 395 mg KHP ke dalam air suling, encerkan sampai 1000 mL. Secara teori, KHP mempunyai nilai KOK 1,176 mg O_2 /mg KHP dan larutan ini secara teori mempunyai nilai KOK 395 μg O_2 /mL. Larutan ini stabil bila disimpan dalam kondisi dingin. Hati-hati terhadap pertumbuhan biologi. Siapkan dan pindahkan larutan dalam kondisi steril. Sebaiknya larutan ini dipersiapkan setiap 1 minggu.

2,53 → Ag_2SO_4 250 → H_2SO_4

3.3 Peralatan

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

3.4 Keselamatan kerja

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

3.5 Persiapan dan pengawetan contoh uji

3.5.1 Persiapan contoh uji

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

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

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

- d) Guci tabung dan kocok perlahan sampai homogen.
- e) Masukkan tabung pada pemanas yang telah dipanaskan pada suhu 150°C lakukan analisis selama 2 jam.

3.5.2 Pengawetan contoh uji

- a) Contoh diawetkan dengan menambahkan H₂SO₄ sampai pH lebih kecil dari 2,0 dan dititipkan pada pendingin 4°C dengan waktu simpan 7 hari.

3.6. Persiapan pengujian

Pembuatan kurva kalibrasi

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

3.7. Prosedur

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

3.8. Perhitungan

1 liter KOK sebagai mg /L O₂

- 1) Masukkan hasil pembacaan absorbansi contoh uji ke dalam kurva kalibrasi
- 2) Maka KOK adalah hasil pembacaan konsentrasi contoh uji dari kurva kalibrasi.

4. Aspek mutu dan pengendalian mutu

4.1. Aspek mutu

- 1) Gunakan bahan kimia pro analisa (pa).
- 2) Gunakan alat gelas bebas kontaminasi.
- 3) Gunakan alat ukur yang terkalibrasi.
- 4) Gunakan air suling bebas organik untuk pembuatan blanko dan larutan kerja.
- 5) Lakukanlah analisis yang kompeten.
- 6) Waktu analisis dalam jangka waktu yang tidak melampaui waktu simpan maksimum 7

4.2 Pengendalian mutu

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

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

dengan pengertian:

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

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

5 Rekomendasi

Kontrol akurasi dapat dilakukan dengan salah satu dari berikut ini:

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

Lampiran A
(normatif)
Pelaporan

Catat pada buku kerja hal-hal sebagai berikut.

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

3.2 Warna

3.2.1 Prinsip Kerja

Pemeriksaan warna dilakukan dengan membandingkan warna dari suatu larutan dengan larutan baku warna. Pada metode ini sebagai baku warna digunakan larutan platina kobal dengan satuan skala PtCo.

3.2.2 Bahan

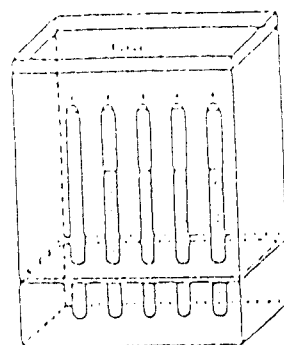
Bahan yang digunakan ialah :

- 1) larutan induk skala warna 500 mg/L PtCo;
- 2) larutan baku kerja dengan skala warna 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 45, 50, 60 dan 70.

3.2.3 Peralatan

Peralatan yang diperlukan ialah :

- 1) tabung Nessler ukuran 50 mL yang seragam bentuk, ukurannya contoh alat lihat Gambar 1;
- 2) Spektrofotometer;



1. Tabung kosong untuk control
- 2, 3, 4, 5 Tabung standar warna
- (D) Diameter = 20 mm
- (L) Luar = 24 mm
- t (Tinggi) = 325 mm
- V (Volume) = 160 ml

GAMBAR 1
TABUNG NESSLER DALAM RAK UNTUK PEMERIKSAAN WARNA

3.2.4 Cara Kerja

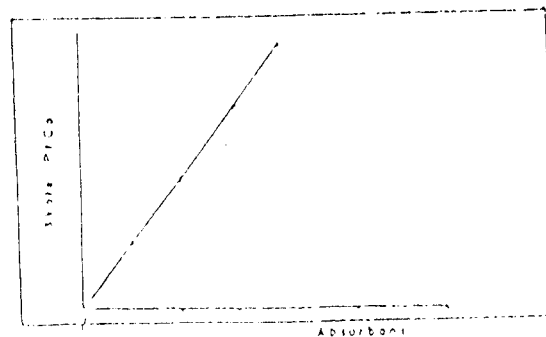
Tahapan pemeriksaan warna adalah sebagai berikut :

1) pemeriksaan metode visual;

- (1) contoh yang akan diperiksa terlebih dahulu disaring dengan kertasaring yang berpori $0,45 \mu\text{m}$ dan dimasukkan kedalam tabung Nessler 50 mL;
- (2) warna contoh dibandingkan secara visual dengan larutan baku dimulai dari larutan baku paling encer; selama pengujian tabung Nessler ditempatkan pada alas yang berwarna putih;
- (3) tetapkan warna contoh sesuai dengan skala warna larutan baku yang paling mendekati atau berada diantara dua skala larutan baku;
- (4) apabila warna lebih dari 70 satuan skala PtCo, dilakukan pengenceran langsung pada tabung Nessler;

2) pemeriksaan secara spektrofotometri;

- (1) buat kurva kalibrasi dengan membaca larutan baku kerja berkala warna 2,5; 5; 10 dan 25 dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 355 nm (lihat Gambar 2);



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

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

3.2.5 Perhitungan

Perhitungan warna dilakukan sebagai berikut :

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

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

dengan penjelasan :

A = perkiraan skala warna dari contoh yang diencerkan

B = mL contoh yang diencerkan

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

TABEL 1
SISTEM PEMBULATAN SKALA WARNA

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

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

3.3 Kekeruhan

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

3.3.1 Kekeruhan Metode Nephelometri

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

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