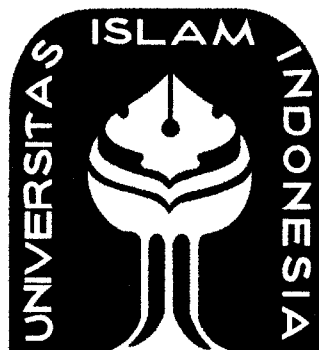


TA/TL/2006/0104

PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HADIAN/DELI	
TGL. TERIMA :	25 April 2009
NO. JUDUL :	002376
NO. INV. :	920002376001
NO. INDIK. :	

TUGAS AKHIR
Efektifitas Aerobik Horizontal Roughing Filter Dalam Menurunkan
TSS Dan Nitrat Pada Limbah Cair Industri Batik

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



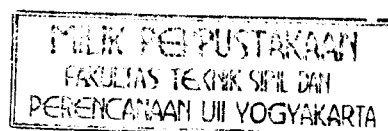
Disusun Oleh:

M. ADY FARHAN

02 513 060

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

2006



LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

Efektifitas Aerobik Horizontal Roughing Filter Dalam Menuurunkan TSS Dan Nitrat Pada Limbah Cair Industri Batik

Disusun oleh :

NAMA : M. ADY FARHAN
NIM : 02 513 060
PROGRAM STUDI : TEKNIK LINGKUNGAN

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

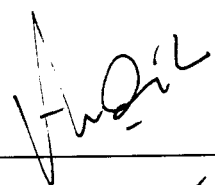
IR. H. KASAM, MT

Dosen Pembimbing I


Tanggal : 6-9-2006

ANDIK YULIANTO, ST

Dosen Pembimbing II


Tanggal : 9/9 '06

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

MOTTO

Jangan sia – siakan waktu untuk ragu – ragu dan takut,
laksanakanlah pekerjaan yang ada didepan mata,
sebab tugas saat ini yang dilaksanakan dengan sebaik –knya akan menjadi
persiapan terbaik untuk masa – masa yang akan datang
(Ralph Waldo Emerson)

Sebuah sukses lahir bukan karena kebetulan atau
keberuntungan semata, sebuah sukses terwujud karena ikhtiar
melalui perencanaan yang matang, keyakinan, keuletan,
ketabahan dan karena niat baik kepada Allah SWT.
(Prof. Dr. Kuswadi Harjo Sumantri, SH.)

Allah tidak akan membebani seseorang
melainkan dengan kesanggupannya.
Ia mendapat pahala dari kebajikan yang diusahakannya.
Dan ia mendapat siksa dari kejahatan yang dikerjakannya
(Q. S. Al Baqarah:286)

Sesungguhnya sesudah kesulitan
Pasti ada kemudahan.
Maka apabila kamu telah selesai dari sesuatu urusan,
Kerjakanlah dengan sungguh – sungguh urusan yang lain
Dan hanya kepada Allah hendaknya kita berharap.
(Q. S. Al Insyirah : 6-8)

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PERSEMBAHAN

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

Sebuah karya kecilku yang kupersembahkan dengan penuh kebanggaan kepada :

Ayahanda tercinta Yasin H. Ahmad, BA

Dan

Ibunda tercinta Siti Misbah, BA.

(Terima kasih atas kasih sayang yang tiada terhingga, terima kasih atas bantuan serta dukungan moril, sprituil dan finansialnya)

Adik-adikku tersayang.

(Terima kasih atas dukungan, motivasi, doanya dan cintanya untukku)

Teman-temanku tercinta.

(Terima kasih atas segala dukungan dan motivasinya dalam membantu penyelesaian karya tulis ini)

Thanx to...

1. Bapak Luqman Hakim, ST. MSi, selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan yang telah memberikan izin dalam penyusunan tugas akhir ini,
2. Bapak Ir. H. Kasam. MT selaku dosen pembimbing I dalam penyusunan tugas akhir ini,
3. Bapak Andik Yulianto, ST yang telah memberikan masukan dan judul serta selaku dosen pembimbing II dalam penyusunan tugas akhir ini,
4. Seluruh Dosen dan Staff Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta,
5. Ayahanda (Yasin H. Ahmad, BA) dan Ibunda (Siti Misbah, BA) atas kasih sayang, doa dan cinta yang tak terhingga, bimbingan dan dukungan saat proses penulisan dan untuk selamanya,
6. Adek-adekku yang tersayang (Ningsih, Dian dan Edi) atas bantuan dan dukungan serta doanya selama ini, *I love you forever*,
7. Kepala perusahaan batik nakula sadewa yang telah memberikan kesempatan untuk meneliti limbah batik di perusahaan batik nakula sadewa Yogyakarta,
8. Mas Iwan yang selalu sabar dan meluangkan waktu serta masukan-masukan dalam rangka penyelesaian tugas akhir ini.
9. Pak Tasyono yang telah membantu dalam bimbingan penelitian di laboratorium,
10. Teman satu perjuangan (Aulia, Yuyun dan Wiwin) akhirnya selesai juga tugas akhir kita. Tarima kasih atas kerjasama, kebersamaan dan dukungannya selama penelitian semoga kita sukses, amien,,,
11. Seluruh teman-teman TL'02 (Bom-bom, alan, putra, yudi, tangkas, akbar, pian, ayu, aulia, wati, Tio, iunk, rina, arnis, hafed, aconk, yana, ucok dan lainnya yang tidak bias disebutkan satu persatu), terima kasih atas

kebersamaanya selama kuliah serta dukungan dan motivasi hingga tugas akhir ini bisa diselesaikan.

12. Teman – teman FORSA yang ada di jogja (Agus, alan, bom – bom, gino, ami, osis, angga, imoel, widia, mon, hafed, kian, dedi, icam, fani, nur, sam aden dan lainnya yang tidak bias disebutkan satu persatu) terimakasih atas kebersamaan kita dijogja yang masih tetap terjaga dari masa SMU hingga kuliah ini, serta dukungan dan doanya,
13. Teman-teman kos (mulai dari kepala suku Mon, hafed, doni, erfani, bagus, ari hingga sampe junior pale) terima kasih atas kekompakkan kita selama ini, bantuan dan ingat waktu kita tidur diluar pasca gempa bumi keep your smile,
14. Sahabat-sahabat terdekatku (Bom – bom, alan, agus, yudi, tio dan ayu) tarima kasihnya atas perhatian dan waktunya disaat aku lagi membutuhkan kalian sebagai tempat curhat serta dukungannya yang tiada henti, *I love you forever*
15. Teman-teman KKN Bantul unit 75 (Nge2s, helma, nisa, hanafi, tari, ardo, agung, meriska, erna, gunawan dan joko) terima kasih atas kebersamaan kita selama KKN apalagi pas KKN kita terjadi gempa bumi, keep your spirite
16. Semua pihak yang tidak disebutkan, terima kasih atas dukungan dan motivasi hingga tugas akhir ini bisa diselesaikan.

Efektifitas Aerobik Horizontal Roughing Filter Dalam Menurunkan TSS Dan Nitrat Pada Limbah Cair Industri Batik

*M. Ady Farhan, Kasam, Andik Yulianto
Jurusan Teknik Lingkungan UII Jogjakarta*

Abstraksi

Salah satu sektor industri yang sedang berkembang dengan baik di D.I Yogyakarta adalah industri batik. Berkembangnya industri batik mempunyai dampak yang sangat luas. Dampak positif, yaitu terbukanya lapangan kerja, meningkatnya taraf hidup masyarakat, dan juga akan meningkatkan ekspor. Dan dampak negatif, yaitu berkembangnya industri batik akan diiringi oleh meningkatnya produk samping yang berupa limbah yang hanya jika dibiarkan akan merugikan bagi manusia dan lingkungan hidup, termasuk tanah, air, dan udara di sekitar daerah industri. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui efisiensi penurunan kadar TSS dan nitrat pada limbah cair industri batik dengan menggunakan Roughing Filter aliran Horizontal bermedia gravel dengan proses aerobik.

Metode penelitian yang digunakan berdasarkan SNI, dimana nitrat diukur secara spektrofotometer dan TSS diukur secara gravimetri. Tingginya konsentrasi Nitrat dan TSS (Total Suspended Solids) pada limbah cair industri batik dinilai perlu untuk dibuat suatu pengolahan alternatif yaitu reaktor aerobik horizontal roughing filter. Reaktor aerobik horizontal roughing filter merupakan reaktor dengan proses filtrasi. Proses filtrasi dengan menggunakan batu krikil dari sungai dengan ukuran 5-10 mm. Penelitian ini dilakukan selama 10 hari dimana variasi penelitian terdapat pada waktu pengambilan sampel.

Dari hasil percobaan yang telah dilakukan dapat dilihat rata – rata penurunan konsentrasi Nitrat sebesar 6,121% pada reaktor 1 dengan rata – rata konsentrasi awal (inlet) yaitu 3,1188 mg/l dan konsentrasi akhir (outlet) yaitu 2,866 mg/l, sedangkan pada reaktor ke 2 mampu menurunkan nitrat sebesar 1,902% dengan rata-rata konsentrasi awal 2,866 mg/l dan konsentrasi akhir 2,4745. Sedangkan untuk konsentrasi TSS rata – rata mampu menurunkan sebesar 18,922% pada reaktor 1 dengan rata – rata konsentrasi awal (inlet) yaitu 1092 mg/l dan konsentrasi akhir (outlet) yaitu 832,4 mg/l, sedangkan pada reaktor ke 2 mampu menurunkan nitrat sebesar 23,648% dengan rata-rata konsentrasi awal 832,4 mg/l dan konsentrasi akhir 691. Kualitas effluent untuk parameter TSS dan Nitrat sudah memenuhi standar baku mutu air buangan limbah cair sebagaimana tertuang dalam Keputusan Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta No.281/KPTS/1998.

Kata kunci: Limbah Batik, Nitrat, TSS (Total Suspended Solids), reaktor aerobik roughing filter, kualitas effluent, efisiensi

***Aerobic Horizontal Roughing Filter Efficiency in Reducing TSS and Nitrate
In Batik Industrial Liquid Waste***

***M. Ady Farhan, Kasam, Andik Yulianto
Departement Of Environmental Engeneering
UII Jogjakarta***

Abstract

One of industrial sector which are well developed in Jogjakarta Special Region is batik industry. The development of batik industry has a wide impact. The positive impacts are the establishment of employment, the development of society welfare, and the increase of export. And the negative impact is that the development of batik industry will be accompanied by the increase of side products such as waste in which if it is not properly managed, it will bring disadvantage for human as well as environment, including the soil, water, and air around the industrial area. The objectives of this research are to find out the efficiency of the decrease of TSS and nitrate degree in batik industrial liquid waste by using Horizontal Roughing Filter with gavel as its medium with aerobic process.

Methode of research that use depend SNI. Due to the high of nitrate and TSS (Total Suspended Solid) concentration in the batik industrial liquid waste, it is needed to build an alternative management which is aerobic horizontal roughing filter reactor. Aerobic horizontal roughing filter reactor is a reactor with filtration process. The filtration process is done by using river stones with 5-10 mm width. The research is done for 10 days in which the variation of research lies within the period of sample gathering.

From the result of the research is found out the average decrease of nitrate concentration which is 6.121% in reactor 1 with initial concentration average (inlet) is 3.1188 mg/l and final concentration (outlet) is 2.866 mg/l, while the reactor 2 can decrease the nitrate concentration in 1.902% with initial concentration average is 2.866 mg/l and the final concentration is 2.4745. While for the TSS concentration, reactor 1 can decrease 18.922% with the initial concentration average (inlet) is 1092 mg/l and the final concentration (outlet) is 832.4 mg/l, while reactor 2 can decrease nitrate in 23.648% with the initial concentration average is 832.4 mg/l and the final concentration is 691. The affluent quality for TSS and nitrate parameter has met the standard quality of liquid waste as stated in the Decision of Governor of Jogjakarta Special Region No. 281/KPTS/1998.

Key Words: Batik waste, Nitrate, TSS (Total Suspended Solids), aerobic roughing filter reactor, effluent quality, efficiency.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh

Dengan mengucapkan *Alhamdulillah*, kita panjatkan puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan Taufik, Rahmat serta Hidayah-Nya kepada penulis. Sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir dengan judul **“Efektifitas Aerobik Horizontal Roughing Filter Dalam**

Menurunkan TSS Dan Nitrat Pada Limbah Cair Industri Batik”

Skripsi ini disusun dan diajukan sebagai salah satu syarat untuk mencapai derajat Sarjana Strata-1 Jurusan Teknik Lingkungan pada Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Dalam penyelesaian penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Luqman Hakim, ST. MSi, selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan yang telah memberikan izin dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. H. Kasam. MT selaku dosen pembimbing I dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Bapak Andik Yulianto, ST yang telah memberikan masukan dan judul serta selaku dosen pembimbing II dalam penyusunan tugas akhir ini.

4. Ayahanda (Yasin H. Ahmad, BA) dan Ibunda (Siti Misbah, BA) atas kasih sayang dan cinta yang tak terhingga, bimbingan dan dukungan saat proses penulisan dan untuk selamanya.
5. Adek-adekku yang tersayang (Ningsih, Dian dan Edi) atas bantuan dan dukungan selama ini, *I love you forever*.
6. Bapak Suharto yang telah memberikan kesempatan untuk meneliti limbah peternakan sapi di CV. Lembah Hijau Multifarm (LHM) Solo, Jawa Tengah.
7. Kepala perusahaan batik nakula sadewa yang telah memberikan kesempatan untuk meneliti limbah batik di perusahaan batik nakula sadewa Yogyakarta,
8. Mas Iwan yang selalu sabar dan meluangkan waktu serta masukan-masukan dalam rangka penyelesaian tugas akhir ini.
9. Pak Tasyono yang telah membantu dalam bimbingan penelitian di laboratorium,
10. Semua pihak yang tidak disebutkan, terima kasih atas dukungan dan motivasi hingga tugas akhir ini bisa diselesaikan.

Akhirnya penulis hanya dapat mengharapkan semoga amal baik tersebut akan mendapat Rahmat serta Karunia dari Allah SWT dan semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi seluruh pihak sebagaimana mestinya.

Wassalamu 'Alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh

Yogyakarta,

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN MOTTO.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK.....	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR PERSAMAAN REAKSI.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Manfaat Penelitian.....	5
1.5. Batasan Masalah.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Proses Pembuatan Batuk Secara Umum	7
2.2. Limbah Industri Batik	12
2.3. Karakteristik Air Limbah Batik.....	12
2.4. Bahan Pencemar Limbah Batik.....	17
2.5. Pengaruh Limbah Industri Batik Terhadap Lingkungan.....	18
2.6. Pengolahan Limbah Cair Industri Batik.....	18
2.7. Nitrifikasi.....	21
2.8. Fiksasi Nitrogen.....	22

2.9. Proses Pengolahan Limbah Cair Secara Aerobik.....	23
2.10. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Besar Kecilnya O ₂ Di Dalam Air.....	25
2.11. Tujuan Aerasi dan Tipe-tipe Aerator.....	26
2.12. Pengolahan Air Buangan Dengan Roughing Filter.....	27
2.12.1. Teknologi Roughing Filter.....	27
2.12.2. Bagian Penting Dari Roughing Filter.....	29
2.12.3. Variabel Desain.....	32
2.12.4. Pembersihan Filter.....	33
2.13. Parameter-Parameter Penelitian.....	35
2.14. Hipotesa.....	38

BAB III METODELOGI PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian.....	39
3.2. Lokasi Penelitian	39
3.3. Obyek Penelitian	39
3.4. Kerangka Penelitian	40
3.5. Variabel Penelitian	41
3.6. Parameter Penelitian Dan Metode Uji.....	41
3.7. Tahapan Penelitian	42
3.7.1. Persiapan Reaktor.....	42
3.7.2. Proses Runing.....	43
3.7.3. Proses Pengambilan Sampling	43
3.7.4. Prosedur Penelitian.....	43
3.8. Analisa Data	48
3.8.1. Perhitungan Efisiensi.	48
3.8.2. Perhitungan Data Statistik.....	48

BAB IV PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian	50
4.1.1 Data Konsentrasi Nitrat.....	51
4.1.2. Data Konsentrasi TSS.	53
4.2. Analisa Data	54
4.2.1. Anova Untuk Analisa Nitrat.....	54
4.2.2. Anova Untuk Analisa TSS	55
4.3. Pembahasan.....	56
4.3.1. Penurunan Konsentrasi Nitrat	57
4.3.2. Penurunan Konsentrasi TSS.....	59

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.....	62
5.2. Saran.....	63

DAFTAR PUSTAKA.....	64
----------------------------	-----------

LAMPIRAN - LAMPIRAN

LAMPIRAN 1
LAMPIRAN 2
LAMPIRAN 3
LAMPIRAN 4
LAMPIRAN 5
LAMPIRAN 6

Daftar Tabel

Tabel 2.1. Karakteristik Limbah Cair Industri Kecil Batik (Anonim, 1997)

Tabel 2.2. Zat Pencemar dalam Limbah Batik Cair Pada Proses Pembuatan Batik
(Baku Mutu : Kep. Gubernur Kepala DIY. No: 281/ KPTS/ 1998)

Tabel 3.1 Parameter penelitian dan metode uji berdasarkan SNI

Tabel 4.1 Data Konsentrasi Nitrat dan Efisiensinya

Tabel 4.2 Data Konsentrasi TSS dan Efisiensinya

Daftar Gambar

- Gambar 2.1. Alur proses pembuatan batik beserta limbahnya (Anonim, 1997)
- Gambar 2.2 Reaksi pemecahan senyawa organik dalam limbah cair secara aerobik (Jenie,B.S,1995).
- Gambar 2.3 Lay out umum dari roughing filter
- Gambar 2.4 Konsep Kerja Roughing Filter
- Gambar 2.5 Kriteria Desain Roughing filter
- Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian
- Gambar 3.2. Reaktor Penelitian
- Gambar 4.1 Grafik konsentrasi Nitrat dengan hari pengambilan
- Gambar 4.2 Grafik konsentrasi TSS dengan hari pengambilan

Daftar Persamaan Reaksi

- Reaksi 2.1. Persamaan reaksi proses penguraian nitrifikasi tahap pertama
- Reaksi 2.2. Persamaan reaksi proses penguraian nitrifikasi tahap kedua
- Reaksi 2.3 Reaksi Fiksasi Nitrogen
- Reaksi 2.4 Reaksi Penguraian Zat Organik Oleh Alga

Daftar Lampiran

Lampiran 1. Gambar Desain Reaktor Aerobik Roughing Filter

Lampiran 2. Analisa Data Statistik Anova Satu Jalur

Lampiran 3. SNI 1991-Standar 47 Metode Pengujian Kadar Nitrat Dalam Air

Buangan Dengan alat spektrometer secara busin sulfat

Lampiran 4. SNI 1991-Standar 2 Metode Pengujian Kualitas Fisik Air SK-SNI

M-03-1989-F

Lampiran 5. Standar Baku Mutu Kep. Gubernur Kepala DIY.

No:281/KPTS/1998

Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan pokok bagi manusia, karena air dipergunakan untuk berbagai macam kebutuhan hidup. Kebutuhan manusia akan air selalu meningkat dari waktu ke waktu. Hal ini disebabkan bukan hanya oleh pertumbuhan penduduk, melainkan juga karena adanya peningkatan intensitas dan jenis kebutuhan manusia.

Dewasa ini air menjadi masalah yang mendapat perhatian, untuk mendapatkan air yang baik sesuai standar tertentu saat ini menjadi barang yang mahal. Karena air sudah banyak tercemar oleh bermacam-macam limbah, dari hasil kegiatan rumah tangga dan hasil kegiatan industri yang akhir-akhir ini berkembang dengan pesat.

Di Indonesia pun sering terjadi pencemaran lingkungan khususnya pencemaran air karena kegiatan industri, sehingga menyebabkan kualitas air menurun. Hal ini disebabkan karena banyaknya industri yang membuang limbahnya ke dalam air tanpa ada pengolahan terlebih dahulu, atau sudah dilakukan pengolahan tetapi belum memenuhi baku mutu limbah cair yang sudah ditetapkan.

Berkembangnya sektor industri di Daerah Istimewa Jogjakarta 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. 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.

Persyaratan air secara fisik meliputi kekeruhan, suhu, bau dan rasa. Kualitas air secara kimia meliputi pH, kandungan senyawa dalam air, kandungan residu atau sisa. Sedangkan kualitas air secara biologis, khususnya secara mikrobiologis ditentukan oleh parameter mikroba pencemar.

Air normal memenuhi persyaratan untuk dapat digunakan dalam suatu kehidupan mempunyai pH berkisar antara 6,5-7,5. Air yang mempunyai pH lebih besar dari pH standar akan bersifat basa. Air limbah dan buangan dari kegiatan industri yang dibuang ke badan air umumnya akan mengubah pH air, sehingga dapat mengganggu kehidupan organisme di dalam air.

Adapun parameter pencemaran air buangan industri batik sangat beragam, misalnya bau, *suspended solid*, BOD, COD, warna, nitrat dan lain-lain.

Langkah yang harus dilakukan untuk mengurangi pencemaran, khususnya pencemaran air adalah dengan mengolah air buangan tersebut

sebelum dibuang ke badan air. Berdasarkan permasalahan tersebut perlu dilakukan suatu usaha untuk menurunkan parameter pencemar dengan pengolahan secara fisik yaitu dengan memanfaatkan sekelompok mikroorganisme untuk mengolah dan menurunkan kandungan TSS dan Nitrat, sehingga dapat turun sampai tingkat tertentu.

Sebagai salah satu alternatif pengolahan untuk menurunkan konsentrasi pencemar dengan parameter TSS dan nitrat ini yang dapat dilakukan adalah pengolahan dengan menggunakan Roughing Filter aliran horizontal bermedia gravel dengan proses aerobik.

Adapun penelitian-penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan dengan menggunakan *Anaerobik Horizontal Roughing Filter* adalah penelitian terhadap limbah domestik IPAL Sewon Bantul dengan parameter *Amonium*, *Nitrat* dan TSS. Dimana hasil yang diperoleh menunjukkan adanya penurunan konsentrasi amonium dengan rata - rata prosentase 8,15 %. Pada parameter *Nitrat*, menunjukkan adanya kenaikan konsentrasi dengan rata – rata prosentase 1,89%. Pada parameter TSS, menunjukkan adanya penurunan konsentrasi dengan rata – rata prosentase 77,03 %. (Anjarwani, Dian, 2006)

Aplikasi terhadap Roughing Filter juga pernah dilakukan penelitian terhadap pengolahan lindi sampah domestik dengan menggunakan sistem *Anaerobik Horizontal Roughing Filter* yaitu dengan parameter COD dan TSS. Reaktor *Anaerobik Horizontal Roughing Filter* rata – rata mampu menurunkan konsentrasi COD sebesar 3,51%, dengan rata – rata konsentrasi awal (inlet) yaitu 1234,177 mg/l dan konsentrasi akhir (outlet) yaitu 1190,836 mg/l, dan

penurunan konsentrasi TSS yaitu sebesar 62,88 %, dengan rata – rata konsentrasi awal (inlet) yaitu 317 mg/l dan konsentrasi akhir (outlet) yaitu sebesar 121,8 mg/l. (Sofian, Afan, 2006)

Berdasarkan hal tersebut, maka pada penelitian ini untuk mengolah air buangan industri batik yang berasal dari industri batik Nakula Sadewa akan digunakan Roughing Filter aliran Horizontal bermedia gravel dengan proses aerobik dan dua unit yang ukuran diameter gravelnya berbeda untuk menurunkan kandungan TSS dan nitrat. Dimana penambahan unit RF ini akan memperbanyak jumlah oksigen yang dihasilkan.

Diharapkan dari hasil pengolahan dengan alat ini, konsentrasi pencemar dengan parameter TSS dan nitrat 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

Berdasarkan latar belakang yang ada di atas, maka pada penelitian ini untuk mengolah air buangan industri batik yang berasal dari industri batik Nakula Sadewa akan digunakan Roughing Filter aliran Horizontal bermedia gravel dengan proses aerobik dan dua unit yang ukuran diameter gravelnya berbeda untuk menurunkan kandungan TSS dan nitrat. Oleh karena itu dapat disusun beberapa permasalahan yang ada yaitu :

- a) Berapakah efisiensi penurunan kadar TSS dan nitrat pada limbah cair industri batik dengan menggunakan Roughing Filter aliran Horizontal?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang akan dilakukan adalah:

- a) Mengetahui efisiensi penurunan kadar TSS dan nitrat pada limbah cair industri batik dengan menggunakan Roughing Filter aliran Horizontal bermedia gravel dengan proses aerobik.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan salah satu alternatif pengolahan untuk menurunkan kadar TSS dan nitrat pada limbah cair industri batik dengan penggunaan Roughing Filter aliran Horizontal bermedia gravel dengan proses aerobik.

1.5. Batasan Masalah

Sesuai dengan tujuan penelitian, agar penelitian ini lebih mudah perlu adanya batasan-batasan sebagai berikut :

- a) Sumber limbah yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair yang berasal dari industri batik Nakula Sadewa Djogja,
- b) Parameter yang diteliti adalah TSS dan nitrat,
- c) Ukuran media gravel yang digunakan adalah 10 –5 mm,
- d) Reaktor yang digunakan berjumlah 3 buah, yaitu reaktor 1 (anaerobik), reaktor 2 dan reaktor 3 (aerobik),
- e) Gravel yang digunakan berasal dari sungai, yang memiliki pori-pori yang bagus sebagai penyaring.

- f) Variasi yang digunakan adalah waktu pengambilan sampel.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Proses Pembuatan Batik Secara Umum

Teknik membuat batik adalah proses pekerjaan dari mori batik sampai menjadi kain batik. Proses pengolahan batik secara umum meliputi :

1. Proses persiapan bahan baku

- a. Persiapan bahan baku mori

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 pembatikan dan penghilangan lilin batik,
- Penghalusan permukaan mori dilakukan agar pemolaan dapat lebih mudah dilaksanakan.

- b. Persiapan bahan baku lilin

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 pembatikan

Adalah proses pelekatan lilin batik pada mori batik sesuai dengan pola yang diinginkan. Ada beberapa cara antara lain :

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

- Pembatikan Klowong,
- Pembatikan Isen-isen,

b) Pembatikan Tembokan. pengerjaannya sebagai berikut :

- Pembatikan Klowong,
- Pembatikan Isen-isen,
- Pembatikan Tembokan.

Ketiga tahapan pembatikan dengan alat canting tulis dikerjakan pada dua permukaan.

c) Pelekatan lilin dengan alat cap, urutan pengerjaannya adalah sebagai berikut :

- Pencapan Klowong dan Isen-isen.
- Pencapan Tembokan.

Untuk bahan mori yang tebal dan rapat kedua urutan pengecapan dilakukan pada kedua permukaan bahan, sedangkan untuk bahan mori yang tipis pengecapan 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.

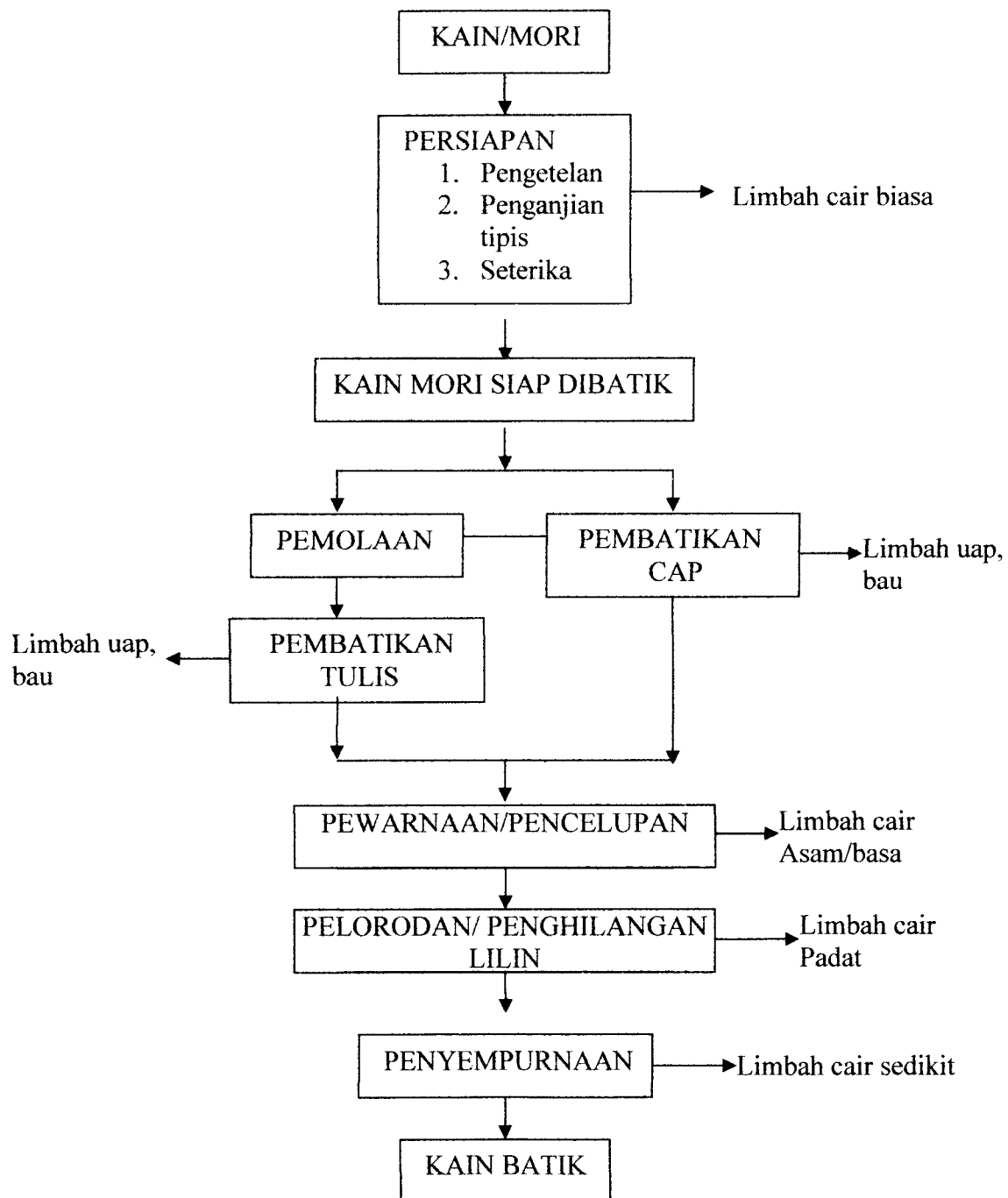
4. Proses pelepasan lilin batik

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. Limbah Industri Batik

Kualitas limbah cair industri batik sangat tergantung jenis proses yang dilakukan, pada umumnya limbah cair bersifat basa dan kadar organik yang tinggi yang disebabkan oleh sisa-sisa pembatikan.

Pada proses pencelupan (pewarnaan) umumnya merupakan penyumbang sebagian kecil limbah organik, namun menyumbang warna yang kuat, yang mudah terdeteksi, dan hal ini dapat mengurangi keindahan sungai maupun perairan.

Pada proses persiapan, yaitu proses *nganji* atau menganji, menyumbang zat organik yang banyak mengandung zat padat tersuspensi. Zat padat tersuspensi apabila tidak segera diolah akan menimbulkan bau yang tidak sedap dan dapat digunakan untuk menilai kandungan COD dan BOD.

Kebanyakan penggunaan bahan pencelup dengan struktur molekul organik yang amat stabil tidak dapat dihancurkan dengan proses biologis, untuk menghilangkan warna air limbah yang efisien dan efektif adalah dengan perlakuan secara biologis, fisik dan kimia (Datye, 1984).

2.3. 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 fisik

Parameter yang tergolong karakteristik fisik, yaitu :

a. Zat padat (solid)

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

Limbah cair industri batik juga mengandung zat padat. Berdasarkan ukuran partikel, zat padat 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 dan zat pembasah. Sedangkan yang merupakan padatan koloid dan tersuspensi, misalnya : gabungan zat warna Naphtol dan garam Diazo, zat warna Indigosol, Rapid, tapioka dan lilin batik.

b. Suhu

Suhu mempunyai pengaruh besar terhadap kelarutan oksigen. Kenaikan suhu air menyebabkan oksigen terlarut dalam air menurun. Kenaikan suhu diakibatkan oleh adanya bahan pencemar di dalam air. Pengaruh terhadap besarnya suhu mempengaruhi kehidupan biologis kelarutan oksigen/gas lain, juga kerapatan air, daya viskositas dan tekanan permukaan.

Suhu limbah cair terutama ditimbulkan dari proses yang menggunakan pemanasan.

c. Warna

Umur keadaan air limbah dapat ditandai dari warna dan bau air limbah, yang baru biasanya berwarna agak kelabu, tetapi apabila senyawa organik dipecah oleh bakteri, oksigen terlarut direduksi sampai nol dan warna berubah menjadi hitam. Pada keadaan ini limbah telah mengalami pembusukan.

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.

d. Bau

Air buangan mempunyai bau seperti sabun atau lemak. Bau berasal dari bahan volatil, gas terlarut dan pembusukan bahan organik.

2. Karakteristik kimia

Senyawa organik maupun anorganik yang banyak terdapat dalam limbah cair industri batik berupa : karbohidrat, protein, lemak, surfaktan, zat organik aromatik seperti zat warna, zat pencelupan, alkali, asam dan garam. Parameter-parameter kimia dinyatakan dalam indikasi sebagai berikut :

a. BOD (*Biological Oxygen Demand*)

BOD didefinisikan sebagai jumlah oksigen terlarut dalam limbah cair yang dipakai untuk menguraikan sejumlah senyawa organik dengan bantuan mikroorganisme pada kondisi dan waktu tertentu. Pada umumnya waktu untuk reaksi penguraian zat organik tersebut diambil lima hari sehingga ditulis dengan BOD5 (Anonim, 1994).

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

b. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

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

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

c. pH

pH merupakan parameter penting untuk kehidupan biota air, tanaman dan industri. Limbah cair dikatakan bersifat asam apabila pH < 7 dan

alkalis atau basa apabila $\text{pH} > 7$. Air limbah proses penelupan 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 pembatikan.

Tabel 2.1. Karakteristik Limbah Cair Industri Kecil Batik

No	Parameter	Satuan	Nilai	Baku Mutu
1.	pH	-	5.8	6 - 9
2.	BOD	mg/l	1260	30 - 300
3.	COD	mg/l	3039.7	60 - 600
4.	TSS	mg/l	855	100 - 400
5.	Minyak/Lemak	mg/l	60.0	1.0 - 20.0
6.	Phenol	mg/l	0.926	0.1 - 2.0
7.	Warna	PtCo	185	50
8.	Nitrat	mg/l	82.17	0.06 - 5.0
9.	Cr	mg/l	0.0	2.0
10.	Sisa Klor	mg/l	-	600 - 1200

(Sumber : Anonim, 1997)

2.4. Bahan Pencemar Limbah Batik

Pada setiap proses pembuatan batik akan menimbulkan bahan yang dapat mencemari lingkungan seperti dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 2.2. 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.	Pembatikan	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 : Baku Mutu : Kep. Gubernur Kepala DIY. No: 281/ KPTS/ 1998)

2.5. Pengaruh Limbah Industri Batik Terhadap Lingkungan

Air bekas cucian 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).

Dengan banyaknya zat pencemar yang ada di dalam air limbah, akan menyebabkan menurunnya kadar oksigen yang terlarut dalam air. Hal ini mengakibatkan matinya ikan dan bakteri-bakteri di dalam air, juga dapat menimbulkan kerusakan pada tanaman atau tumbuhan air, sehingga proses *self purification* yang seharusnya dapat terjadi pada air limbah menjadi terhambat (Sugiharto, 1987).

Semakin banyak zat organik dalam perairan akan mengalami pembusukan akibat selanjutnya adalah timbulnya bau hasil penguraian zat organik. Di samping bau yang ditimbulkannya, maka menumpuknya ampas akan memerlukan tempat yang banyak dan mengganggu keindahan tempat di sekitarnya. Dan selain bau dan tumpukan ampas yang mengganggu, maka warna air limbah yang kotor akan menimbulkan gangguan pemandangan.

2.6. Pengolahan Limbah Cair Industri Batik

Maksud dan tujuan pengolahan limbah cair industri batik adalah untuk menghilangkan unsur-unsur pencemar dari limbah batik dan untuk mendapatkan

effluent dari pengolahan yang mempunyai kualitas yang dapat diterima oleh badan air penerima buangan tanpa gangguan fisik, kimia dan biologis.

Pengolahan adalah proses yang dilakukan sehingga menyebabkan terjadinya perubahan akibat proses fisika, kimia dan biologi dengan melibatkan satuan operasi atau satuan proses pada unit-unit bangunan pengolahan (Tjokrokusumo, 1995).

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

1. Pengolahan limbah cair secara fisik

Bertujuan untuk menyisihkan 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.

2. Pengolahan limbah cair secara kimia

Bertujuan untuk menghilangkan partikel-partikel yang tidak mudah mengendap (koloid), menetralkan limbah cair dengan cara menambahkan bahan kimia tertentu agar terjadi reaksi kimia untuk menyisihkan bahan polutan. Penambahan zat pengendap disertai dengan pengadukan cepat

menyebabkan terjadinya penggumpalan, hasil akhir proses pengolahan biasanya merupakan endapan yang kemudian dipisahkan secara fisika. Zat-zat pengendap yang ditambahkan biasanya adalah kapur, Fero Sulfat, Feri Sulfat, Aluminium Sulfat, Feri Khlorida dan sebagainya.

3. Pengolahan limbah cair secara biologi

Pengolahan secara biologi ini memanfaatkan mikroorganisme yang berada di dalam air untuk menguraikan bahan-bahan polutan. Pengolahan limbah cair secara biologi ini dipandang sebagai pengolahan yang paling murah dan efisien. Pengolahan ini digunakan untuk mengolah air limbah yang *biodegradable*.

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

- a) Reaktor pertumbuhan tersuspensi, di dalam reaktor ini mikroorganisme tumbuh dan berkembang dalam keadaan tersuspensi. Proses lumpur aktif, lagoon dan kolam oksidasi termasuk dalam jenis reaktor pertumbuhan tersuspensi.
- b) Reaktor pertumbuhan lekat, di dalam reaktor ini mikroorganisme tumbuh di atas media pendukung dengan membentuk lapisan film untuk melekatkan dirinya.

Proses pengolahan secara biologi pada prinsipnya dibedakan menjadi tiga jenis :

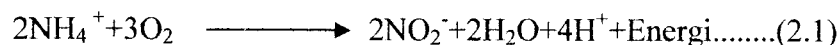
- Proses aerob, yang berlangsung dengan adanya oksigen,
- Proses anaerob, yang berlangsung tanpa adanya oksigen,

- Proses fakultatif, yang berlangsung dengan atau tanpa adanya oksigen.

2.7. Nitrifikasi

Setelah ion NH_4^+ terbentuk melalui proses mineralisasi masih ada beberapa perjalanan dari nitrogen yang akan terjadi, diantaranya diserap oleh kar tanaman, atau digunakan oleh mikroorganisme *an-aerobik* dan diubah menjadi bahan organik, terjadi proses *ion exchange* oleh partikel tanah, atau akan mengalami proses nitrifikasi (Mitsch and Gosselink, 1993). Nitrifikasi merupakan proses oksidasi secara biologi dari ammonium-N menjadi Nitrat-N dengan Nitrit-N (NO_2^-) sebagai produk *intermediate* (Lee. 1999).

Sebagian besar mikroorganisme yang menggunakan karbon organik sebagai sumber energi (*heterotroph*) dapat melakukan oksidasi kandungan nitrogen. Tetapi nitrifikasi secara autotroph umumnya secara dominan yang melakukan proses ommonium menjadi nitrat (Merz. 2000). Proses nitrifikasi dilakukan dengan bantuan dua grup bakteri kemoautotrophik yang dapat melakukan proses oksidasi. Langkah pertama (Mitsch and Gosselink, 1993) yaitu oksidasi ammonium menjadi nitrit:



Dilakukan dengan bantuan bakteri *Nitrosomonas sp*, walaupun beberapa spesies melakukan transformasi. Langkah kedua yaitu oksidasi nitrite menjadi nitrate :



Dilakukan oleh baktteri *Nitrobakter sp*.

Bakteri nitrifikasi memerlukan karbon dioksida sebagai sumber karbon dan akan berhenti berkembang serta melakukan proses nitrifikasi apabila persediaan karbon dioksida terbatas (Merz, 2000). Pertumbuhan bakteri nitrifikasi relatif sangat lambat dibandingkan dengan bakteri heterotrophik. Oleh karena itu diperlukan area permukaan yang luas untuk perkembangan biofilm yang merupakan cara untuk mengoptimalkan proses yang berpotensi untuk nitrifikasi.

Proses nitrifikasi dikontrol oleh beberapa faktor diantaranya: suplay dari ammonium, suplai dari oksigen, suplai dari karbon dioksida, kepadatan populasi dan bakteri nitrifikasi, temperatur, pH, dan alkalinitas (Merz, 2000).

2.8. Fiksasi Nitrogen

Dalam proses fiksasi nitrogen, N_2 akan direduksi menjadi amonium dan amoniumdikonversikan ke dalam bentuk organik. Proses reduksi ini dikatalisasi oleh enzim *nitrogenase*. Komponen enzim *nitrogenase* adalah tidak aktif dengan oksigen (Brock, 1984).

Nitrogen fiksasi adalah reduksi gas nitrogen menjadi ammonia. Fiksasi nitrogen ini, bakteri yang dapat melaksanakan proses ini yaitu tentunya prokariotik (disebut *diazotrop*) termasuk di dalam golongan ini yaitu *cyanobacteria* (*Azotobacteraceae*, *Methylococaceae*, *Rhizobiaceae*, *Rhodospirillales*, beberapa *bacillus* dan *clostridium spp*) (Singleton, 1988).

Reaksi Fiksasi Nitrogen dapat dituliskan sebagai berikut :

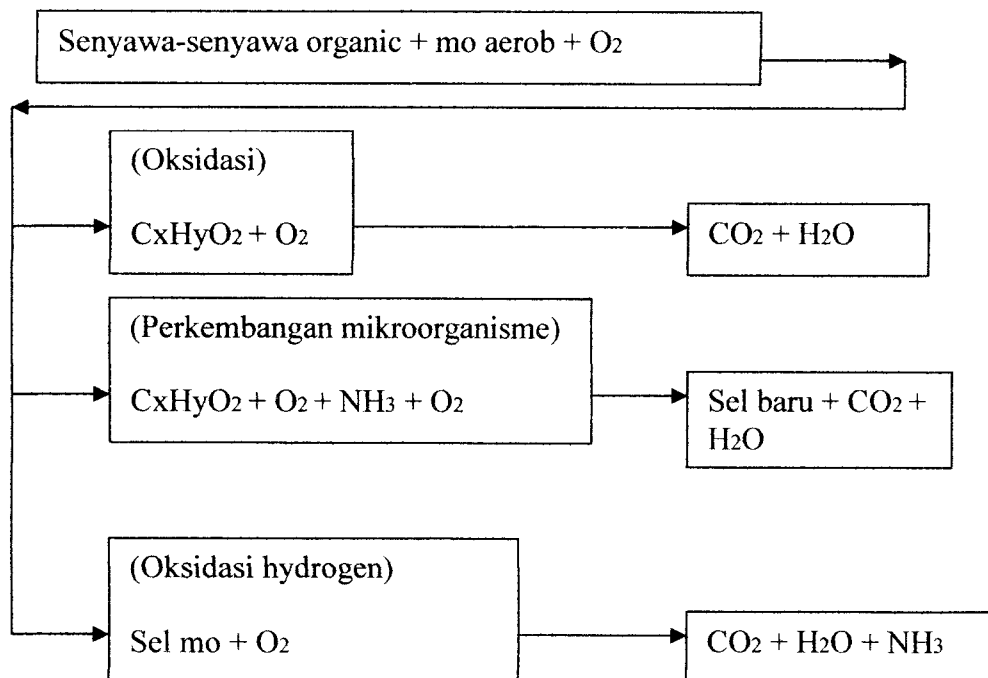


2.9. Proses Pengolahan Limbah Cair Secara Aerobik

Proses penangan biologis secara aerobik berarti proses dimana terdapat oksigen terlarut. Oksidasi bahan organik menggunakan molekul oksigen sebagai elektron donor yang menghasilkan energi kimia untuk mikroorganisme. Sedangkan yang menjadi elektron akseptor adalah mikroorganisme aerobik. beberapa pengolahan limbah cair secara aerobik adalah lumpur aktif, trickling filter, kolam oksidasi, lagoon aerasi dan parit oksidasi (Jenie, B.S, 1995).

Senyawa-senyawa organik yang terdapat dalam limbah cair dapat dipecahkan oleh mikroorganisme aerobik menjadi senyawa-senyawa yang tidak mencemari, dimana pemecahan ini berlangsung dalam suasana aerobik atau ada oksigen.

Reaksinya adalah :



Gambar 2.2 Reaksi pemecahan senyawa organik dalam limbah cair secara aerobik

Senyawa-senyawa organik tersebut sebagian dipergunakan oleh mikroorganisme sendiri dan sebagian dipecahkan menjadi CO_2 dan H_2O . Penggunaan tersebut antara lain untuk pertumbuhan, perkembangan dan lain-lain. Setiap mikroorganisme dalam menjaga kelangsungan hidupnya selalu melakukan metabolisme, sehingga perlu penambahan senyawa-senyawa organik dan dihasilkan CO_2 , H_2O dan NH_3 (Anonim, 1987).

Selama berlangsungnya proses metabolisme oleh mikroorganisme terutama bakteri dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti :

- a. Jumlah seperti nutrisi
- b. Jumlah oksigen

Kedua faktor tersebut saling berkaitan di dalam membantu pertumbuhan bakteri selama sumber nutrisi cukup dan jumlah oksigen tidak berkurang, bakteri akan berkembang biak dan menghasilkan energi yang cukup untuk menguraikan senyawa organik. Aktivitas mikroorganisme akan merata selama perbandingan jumlah nutrisi cukup. Karena energi yang terbentuk dari penguraian senyawa organik akan membentuk protoplasma, maka proses akan berlangsung di dalam dua tahap, yaitu :

- a. Fase penambahan (nilai pertumbuhan)
- b. Fase pengurangan (nilai penurunan)

Pada fase pertumbuhan, jumlah nutrisi yang cukup akan menambah jumlah mikrobial, akan tetapi tidak membentuk flok. Sedangkan pada fase penurunan, konsentrasi organik akan turun dan akibatnya sumber nutrisi akan berkurang jumlahnya (Suriawira, U., 1985).

2.10. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Besar Kecilnya O₂ Di Dalam Air

Air dikategorikan sebagai air terpolusi jika konsentrasi O₂ terlarut menurun di bawah batas yang dibutuhkan untuk kehidupan biota.

- a. Penyebab utama berkurangnya O₂ terlarut di dalam air adalah adanya bahan-bahan buangan yang mengkonsumsi O₂. Bahan-bahan tersebut terdiri dari bahan-bahan yang mudah dibusukkan atau dipecah oleh bakteri yang aktif memecah bahan-bahan tersebut. Oleh karena itu semakin tinggi kandungan bahan-bahan tersebut semakin berkurang konsentrasi O₂ terlarut.
- b. Difusi dengan udara
Apabila udara semakin kencang mengenai air, maka akan terjadi gelombang yang akhirnya menyebabkan udara masuk ke dalam air yang dibutuhkan oleh mikroorganisme terutama bakteri aerobik.
- c. Gerakan air
Air akan mengandung O₂ terlarut di dalamnya gerakan, misalnya grojokan. Grojokan secara langsung akan menambah besar kecilnya O₂ dalam perairan.
- d. Luas permukaan
Apabila permukaan kolam semakin luas, maka sinar matahari dan angin akan masuk pada kolam tersebut semakin banyak. Dengan adanya sinar matahari yang menembus permukaan kolam semakin banyak akan membantu proses fotosintesa alga yang ada di dalam kolam.

e. Alga

Alga dalam perairan akan berfungsi sangat penting bagi menambah besar kecilnya O₂. Semakin banyak alga yang berada di perairan maka proses fotosintesa semakin banyak pula dan tentunya dengan adanya sinar matahari proses fotosintesa akan menghasilkan O₂.

Reaksinya :



2.11. Tujuan Aerasi dan Tipe-tipe Aerator

Tujuan dari proses aerasi menurut Fair dan Okum (1969) adalah :

1. Menambah kandungan O₂ pada air tanah atau menambah kadar DO sehingga unsur-unsur besi dan mangan yang ada pada air tanah akan menurun.
2. Mereduksi gas metan yang ada di dalam air guna mencegah ledakan/kebakaran.
3. Menurunkan dan mereduksi zat hidrogen sulfida yang menyebabkan bau dan rasa yang tidak sedap.
4. Mereduksi zat karbondioksida yang menyebabkan korosi pada logam.
5. Mereduksi substansi yang terdapat pada lapisan minyak yang menyebabkan bau dan rasa yang tidak enak akibat adanya mikroorganisme.

Aerator adalah alat yang digunakan untuk memasukkan oksigen ke dalam suatu zat, di mana oksigen akan membantu dalam proses pemurniannya.

Beberapa model aerator adalah sebagai berikut :

a. Cascade aerator

Pada dasarnya aerator ini terdiri atas 4-6 step/tangga, setiap tangga kira-kira ketinggiannya 30 cm dengan kapasitas kira-kira 0,01 m³/detik per m². untuk menghilangkan putaran (*turbulance*) guna menaikkan efisiensi aerasi. Hambatan sering ditepi peralatan setiap tangga. Keuntungan dari cascade ini adalah tidak diperlukan pemeliharaan.

b. Submerged cascade aerator

Aerator ini penangkapan udaranya terjadi pada saat air terjun dari lompongan tangga miring yang membawanya masuk ke dalam air yang dikumpulkan kelompongan di bawahnya. O₂ kemudian dipindahkan dari gelembung-gelembung udara ke dalam air. Total ketinggian jatuh kira-kira 1,5 m dibagi 3-5 tangga. Kapasitasnya bervariasi antara 0,005 dan 0,5 m³ per meter luas.

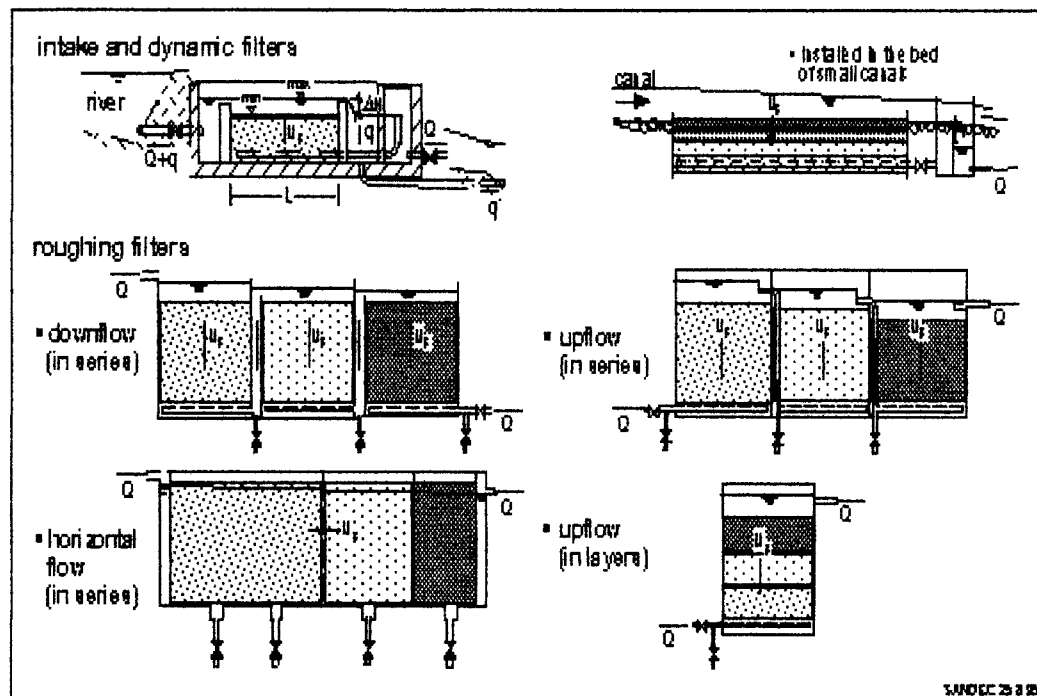
2.12. Pengolahan Air Buangan Dengan Roughing Filter

2.12.1. 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 2.3 Lay out umum dari roughing filter

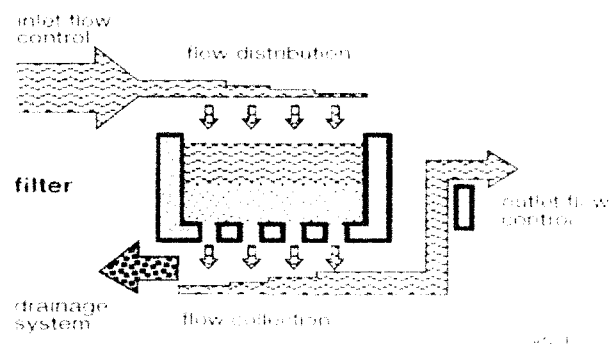
Roughing filter seringkali diprioritaskan sebagai teknologi pretreatment untuk rencana suplai air perkotaan. Tipe filter yang berbeda dikembangkan untuk melihat variasi kualitas air baku. Intake dan dynamic filters sering diaplikasikan sebagai pretreatment pertama diikuti oleh roughing filters yang dioperasikan 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.

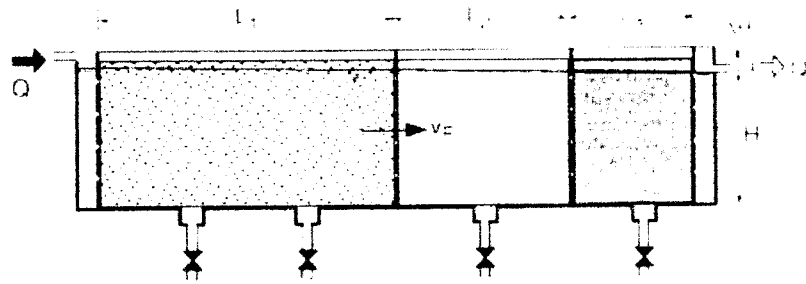
2.12.2. Bagian Penting Dari Roughing Filter

Bagian penting dari filter adalah bagian yang terdiri dari material filter. Sebuah filter terdiri dari 6 elemen, seperti yang terlihat pada gambar 3.2, yaitu:

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



Gambar 2.4. Konsep Kerja Roughing Filter



list of symbols

d_g	(mm)	gravel size
H	(m)	filter depth
$L_{1,2,3}$	(m)	filter length
W	(m)	filter width
A	(m ²)	filter cross-section area
ΔH	(cm)	maximal headloss
Q	(m ³ /h)	flow rate
Q_d	(m ³ /h)	drainage rate
v_f	(m/h)	filtration rate
v_d	(m/h)	drainage rate

design guidelines

$$v_f = \frac{Q}{H \cdot W} = \frac{Q}{A} \quad 0.4 - 1.6 \text{ m/h}$$

$$v_d = \frac{Q_d}{(L_1 + L_2 + L_3) \cdot W} \quad 60 - 90 \text{ m/h}$$

$$\Delta H = 30 \text{ cm}$$

$$H = 0.80 - 1.20 \text{ m}$$

$$\text{Gravel 1} \quad d_g = 12 - 18 \text{ mm} \quad L_1 = 1 - 4 \text{ m}$$

$$\text{Gravel 2} \quad d_g = 8 - 12 \text{ mm} \quad L_2 = 1 - 3 \text{ m}$$

$$\text{Gravel 3} \quad d_g = 4 - 8 \text{ mm} \quad L_3 = 1 - 2 \text{ m}$$

(after [10])

Gambar 2.5 Kriteria Desain 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 vetikal. 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 diatas 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

2.12.3. Variabel Desain

Desain RF mempunyai 3 target, yaitu :

1. Mengurangi kekeruhan dan konsentrasi SS (mg/l).
2. Menghasilkan Q output spesifik setiap hari (m^3/s).
3. Mengijinkan operasional yang cukup berdasarkan determinan waktu running filter T_r (hari/minggu).

Desain Filter ada 6 variabel dalam range tertentu, yaitu :

1. Kecepatan filtrasi V_f (m/jam), umumnya berkisar antara 0.3 - 1 m/jam.
2. Ukuran rata-rata d_{g1} (mm) dari setiap media filter, biasanya berkisar antara 20 - 4 mm. Fraksi media filter dapat dilihat pada tabel 2.2, direkomendasikan seragam.
3. Panjang l_i (m) dari setiap media filter yang spesifik

Setiap panjang l_i dari material filter tergantung pada tipe filter. Hal ini boleh berubah besarnya kedalaman dari upflow RF dibatasi dengan bangunan, umumnya antara 80 dan 120 cm. Panjang horizontal flow RF dalam hal ini tidak dibatasi, tetapi panjang normalnya 5 dan 7 m.

4. Angka n_l dari fraksi filter

Angka n_l dari fraksi filter bergantung juga pada tipe filter.

Permukaan filter boleh hanya 1 fraksi saja dimana RF biasanya

terdiri dari 3 fraksi gravel. Akan tetapi, secara individual panjang filter li dari RF sering di desain dengan rasio 3:2:1.

5. Tinggi H (m) dari luas permukaan filter ($A \text{ (m}^2\text{)}$)

Tergantung pada aspek struktural dan operasional.

Direkomendasikan 1 - 2 m untuk menghindarkan dari masalah ketinggian air. Kedalaman 1 m juga dimungkinkan agar bila menggunakan pembersihan filter secara manual dilakukan dengan mudah untuk meremoval material filter. Lebar filter harus tidak melebihi 4 - 5 m dan A untuk vertical flow filter harus tidak lebih besar dari 25 - 30 m^2 atau 4 - 6 m^2 untuk horizontal flow RF.

2.12.4. 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 hidrolik 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.

2.13. Parameter-Parameter Penelitian

Parameter-parameter yang cukup dijadikan penelitian dari limbah batik adalah TSS dan Nitrat :

1) TSS (Total Suspended Solid)

TSS (Total Suspended Solid) adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat langsung mengendap, terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen, misalnya tanah liat, bahan-bahan organik tertentu, sel-sel mikroorganisme, dan sebagainya. Misalnya, air permukaan mengandung tanah liat dalam bentuk suspensi yang dapat bertahan samapi berbulan-bulan, kecuali jika keseimbangannya terganggu oleh zat-zat lain, sehingga mengakibatkan terjadinya penggumpalan yang kemudian diikuti dengan pengendapan (Fardiaz, 1992).

Kekeruhan air disebabkan oleh zat padat yang tersuspensi, baik yang bersifat anorganik maupun yang organik. Zat anorganik, biasanya berasal dari lapukan batuan dan logam, sedangkan yang

organik dapat berasal dari lapukan tanaman atau hewan. Zat organik dapat menjadi makanan bakteri, sehingga mendukung perkembangbiakannya (Slamet, 2002).

Zat Padat Tersuspensi dapat bersifat organis dan inorganis. Zat Padat Tersuspensi dapat diklasifikasikan sekali lagi menjadi antara lain *zat padat terapung* yang selalu bersifat organis dan *zat padat terendap* yang dapat bersifat organis dan inorganis. Zat padat terendap adalah zat padat dalam suspensi yang dalam keadaan tenang dapat mengendap setelah waktu tertentu karena pengaruh gaya beratnya (Alaerts, 1984).

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

(Kristanto, 2002).

2) Nitrat (NO_3^-)

Nitrat dapat terbentuk karena tiga proses, yakni badai listrik, organisme pengikat nitrogen, dan bakteri yang menggunakan amoniak. Ketiganya tidak dibantu manusia. Tetapi jika manusia membuang kotoran dalam air, maka proses ketiga akan meningkat, karena kotoran banyak mengandung amoniak. Karena itu konsentrasi tinggi amoniak memberi kemungkinan ada populasi rumah tangga. Karena nitrat terdapat dalam rabuk, konsentrasi nitrat tinggi memungkinkan ada

pengotoran dari lahan pertanian. Kemungkinan lain penyebab nitrat konsentrasi tinggi ialah pembusukan sisa tanaman dan hewan, pembuangan industri, dan kotoran hewan. Pengotoran 1000 ternak sama dengan kotoran kota berpenduduk 5000 jiwa (Sastrawijaya, 1991).

Nitrat (NO_3^-) adalah bentuk senyawa nitrogen yang merupakan senyawa stabil. Nitrat merupakan salah satu unsur penting untuk sintesa protein tumbuh-tumbuhan dan hewan akan tetapi nitrat pada konsentrasi yang tinggi dapat menstimulasi pertumbuhan ganggang yang tidak terbatas (bila beberapa syarat lain seperti konsentrasi fosfat dipenuhi), sehingga air kekurangan oksigen terlarut yang dapat menyebabkan kematian ikan. Kadar Nitrat (NO_3^-) secara alamiah biasanya agak rendah, namun kadar nitrat dapat tinggi sekali pada air tanah di daerah yang diberi pupuk yang mengandung nitrat (NO_3^-). Kadar nitrat tidak boleh melebihi 10 mg/l (di Indonesia dan A.S) atau 50 (MEF) mg NO_3^-/l . Di dalam usus manusia, nitrat direduksi menjadi nitrit yang dapat menyebabkan metamoglobinemi, terutama pada bayi (Alaerts & Sumestri, 1987).

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

Dalam pengolahan air buangan, bakteri aerobik terdapat pada lumpur aktif dan saringan tricking. Sedangkan bakteri anaerobik lebih

banyak terdapat dalam olahan lumpur (sludge digestion). Dan bakteri fakultatif berlaku sebagai anaerobik, yaitu walaupun tanpa dan adanya oksigen terlarut tetap dapat bekerja. Bakteri heterotrofik fakultatif yang mampu menggunakan ion nitrat atau ion nitrit antara lain *Microccus*, *Pseudomonas*, *Spirillum*, *Vacilles* dan *Achromobacter*.

2.14. Hipotesa

Bahwa penggunaan Roughing Filter aliran horizontal bermedia gravel dengan proses aerobik dapat :

1. Menaikkan kadar nitrat yang dikonversi dari ammonium menjadi nitrit dan kemudian menjadi nitrat secara aerobik dari limbah batik nakula sadewa ,
2. Menurunkan kadar TSS dengan proses filtrasi (penyaringan) dari limbah batik nakula sadewa.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

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

3.2. Lokasi Penelitian

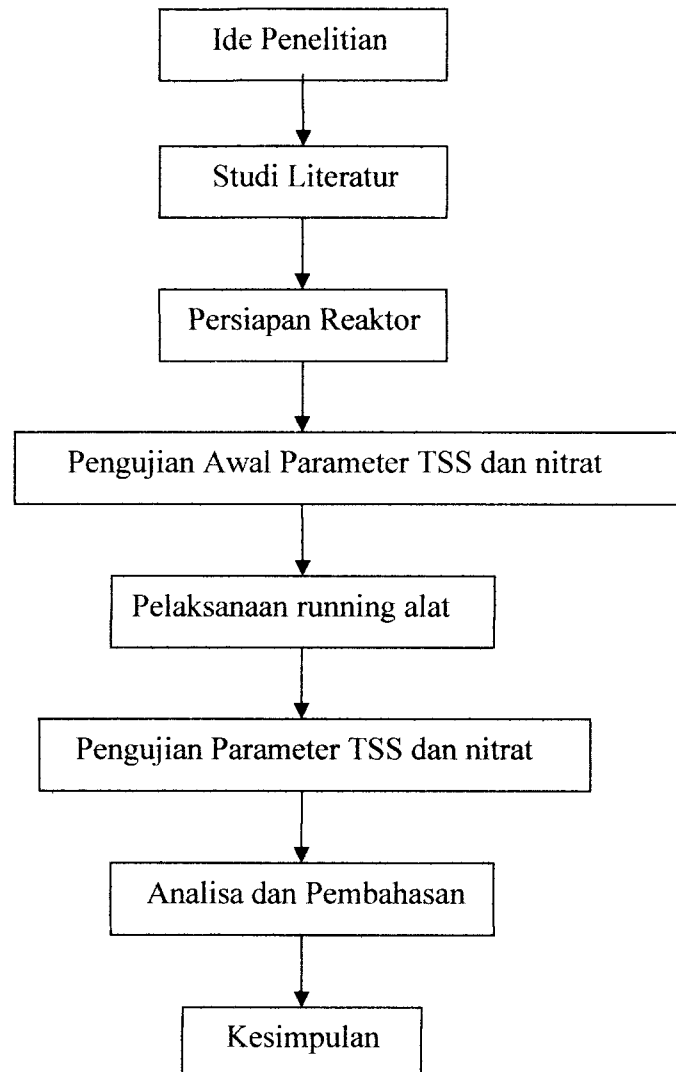
Lokasi penelitian dilakukan di labolatorium Lingkungan - Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

3.3. Obyek Penelitian

Obyek penelitian adalah air buangan yang berasal dari industri batik Nakula Sadewa dengan parameter utama adalah TSS dan Nitrat.

3.4. Kerangka Penelitian

Adapun kerangka penelitian untuk tugas akhir ini dapat dilihat pada diagram penelitian yaitu pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

3.5. Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

1. Variabel tetap yaitu perbedaan diameter media tiap kompartemen pengambilan sampel.
2. Variabel bebas yaitu variasi waktu pengambilan sampel.

3.6. Parameter Penelitian Dan Metode Uji

Dalam penelitian ini parameter yang akan diperiksa yaitu TSS dan Nitrat.

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

Tabel 3.1 Parameter penelitian dan metode uji berdasarkan SNI

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

3.7. Tahapan Penelitian

3.7.1. Persiapan Reaktor

Reaktor yang akan digunakan dalam penelitian ini terbuat dari bahan kayu yang dilapisi plastik, berukuran panjang 85 cm; lebar 65 cm dan tinggi 25 cm dan terdiri dari dua unit Roughing Filter. Media yang digunakan berbentuk gravel, dimana unit I diameter gravelnya 10 mm dan unit II diameter gravelnya 5 mm.

Dimensi Reaktor

Kriteria desain :

- Kecepatan filtrasi (vf) = 0,3 – 1 m/jam
- Ukuran material gravel = 20 – 4 mm
- Panjang filter (L) = 5 – 7 m
- Tinggi filter (H) = 1 – 2 m
- Lebar filter (W) = 4 – 5 m

Direncanakan :

- $L = 5 \text{ m} = 0,83 \text{ m} = 83 \text{ m} = 85 \text{ cm}$
- $W = 4 \text{ m} = 0,66 \text{ m} = 66 \text{ cm} = 65 \text{ cm}$
- $H = 1,5 \text{ m} = 0,25 \text{ m} = 25 \text{ cm}$

Volume : $L \times H \times W = (85 \times 65 \times 25)$

$$= 138,125 \text{ cm}^3 = 0,138 \text{ m}^3$$

$$= 0,14 \text{ m}^3$$

Debit direncanakan :

$$Q = 23 \text{ L/jam} = 0,023 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$T_d = V / Q$$

$$= 0,14 / 0,023$$

$$= 6,08 \text{ jam} = 6 \text{ jam}$$

3.7.2. Proses Runing

Proses ini dilakukan dengan cara mengalirkan air limbah batik yang berasal dari industri batik Nakula Sadewa, Triharjo, Sleman.

3.7.3. Proses pengambilan sampling

Proses pengambilan sampel dilakukan di dua tempat, yaitu pada outlet Aerobik Roughing Filter I dan outlet Aerobik Roughing Filter II.

Pengambilan sample direncanakan :

- a. nitrat : 2 hari sekali dalam waktu 10 hari.
- b. TSS : 1 hari sekali dalam 10 hari.

3.7.4. Prosedur Penelitian

- Air limbah batik yang berasal dari industri Nakula Sadewa, Triharjo, Sleman, dimasukkan kedalam bak netralisasi yang berfungsi sebagai bak penampung.

- Memeriksa kadar awal TSS dan nitrat yang terkandung dalam air limbah yang akan dialirkan.
- Mengalirkan air limbah kedalam reaktor yaitu dengan debit sebesar 23 l/jam.
- Mengambil sampel air untuk diperiksa kadar dari parameter TSS dan nitrat yaitu pada outlet unit I (titik sampling 1) dan outlet unit II (titik sampling 2).

ANAEROBIC ROUGHING FILTER

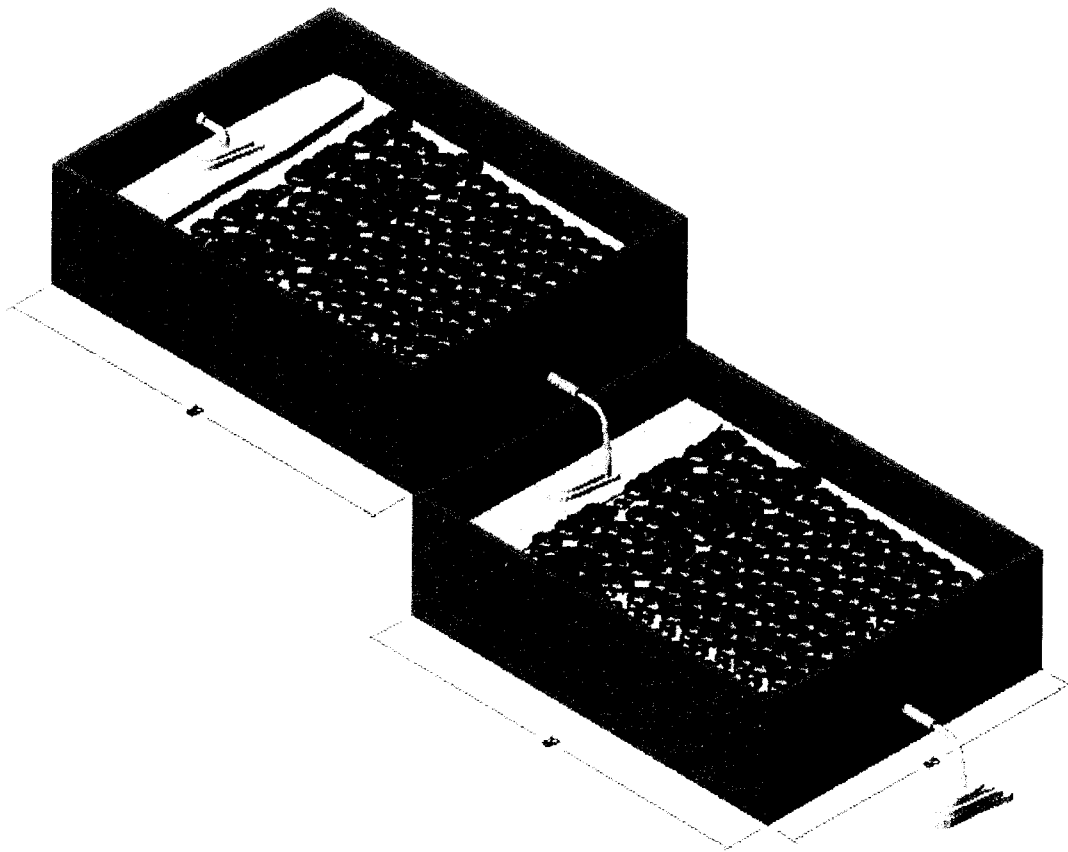
AEROBIC ROUGHING FILTER

AEROBIC ROUGHING FILTER

Gambar 3.2. Reaktor Penelitian

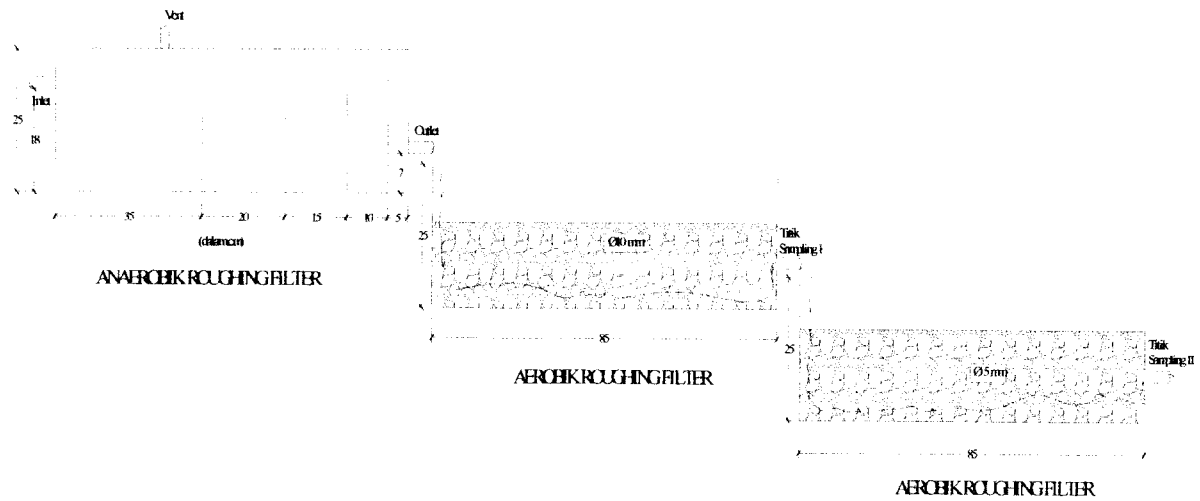
Keterangan:

1. Influen air limbah
2. Titik sampling I
3. Titik Sampling 3

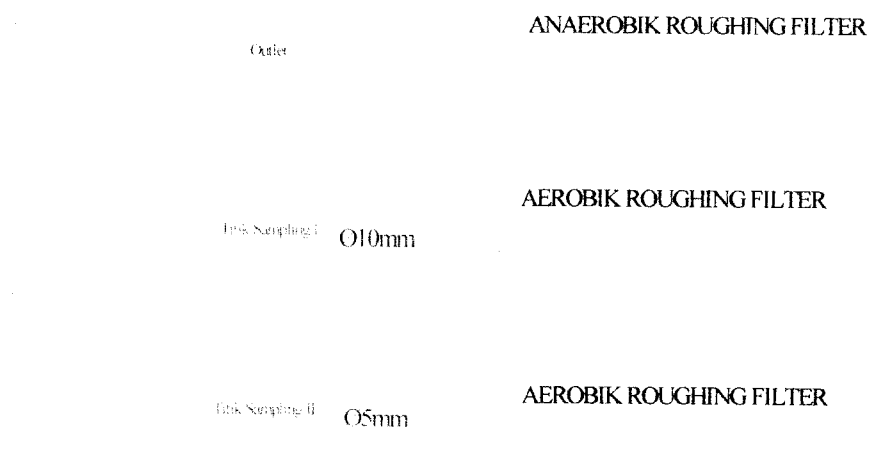


Gambar 3.3 Desain Reaktor Aerobik Roughing Filter

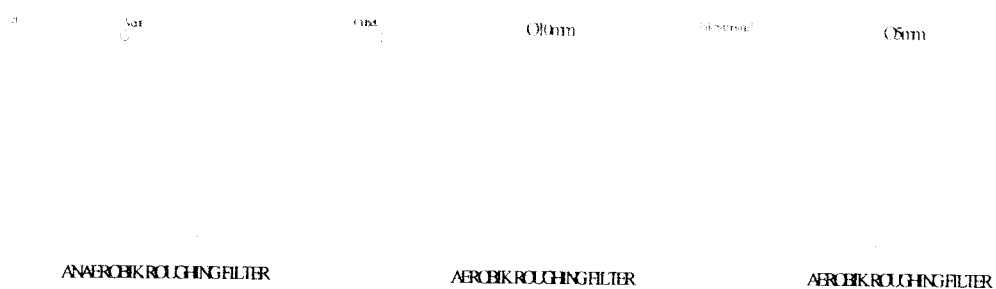




Gambar 3.4. Tampak Samping Reaktor Aerobik Roughing Filter



Gambar 3.5. Tampak Depan Reaktor Aerobik Roughing Filter



Gambar 3.6. Tampak Atas Reaktor Aerobik Roughing Filter

3.8. Analisa Data

3.8.1 Perhitungan Efisiensi

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:

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

Dimana:

η = *Overall Efficiency* (%)

C_o = Konsentrasi Awal (mg/l)

C_e = Konsentrasi akhir (mg/l)

3.8.2 Perhitungan Data Statistik

Dari hasil analisa parameter uji dan pengamatan penelitian, maka dilakukan pengolahan data uji statistik dengan menggunakan Uji *Analysis Of Varians (ANOVA)* satu jalur.

Uji Anova Satu Jalur bertujuan untuk menguji apakah ada perbedaan yang signifikan atau tidak terhadap konsentrasi pada bagian inlet dan outlet.

Adapun konsep perhitungan dari anova adalah :

1. Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$, maka terima H_0 artinya tidak ada perbedaan yang signifikan antara konsentrasi bagian inlet dan outletnya.

2. Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$, maka tolak H_0 artinya ada perbedaan yang signifikan antara konsentrasi bagian inlet dan outletnya.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Aerobik Horizontal Roughing Filter dengan menggunakan krikil yang berukuran 10-5 mm untuk menurunkan kadar TSS dan Nitrat pada limbah cair industri batik nakula sadewa. Penelitian ini dilakukan secara bertingkat dimana reaktornya disusun secara paralel. Reaktor yang digunakan yaitu sebanyak 3 buah, dimana reaktor pertama bersifat anaerobik sedangkan reaktor kedua dan ketiga bersifat aerobik. Pada penelitian ini reaktor yang digunakan adalah reaktor kedua dan ketiga. Adapun inlet yang akan masuk ke dalam reaktor kedua ini adalah outlet yang berasal dari reaktor pertama yang bersifat anaerobic. Penelitian ini di mulai dengan melalui suatu proses penumbuhan bakteri pada reaktor pertama yang bermedia kerikil yang berukuran 15-11 mm, atau proses ini dikenal dengan istilah *seeding*. *Seeding* ini dilakukan selama 21 hari dimulai pada tanggal 27 April 2006, dengan menggunakan air *septic tank*. Pada proses ini dilakukan pula penambahan gula, urea dan air perasan dari rumen sapi, yang berfungsi sebagai nutrient tambahan untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri tersebut.

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, air kemudian dialirkan ke reaktor kedua dan ketiga setelah itu 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 Nitrat dan TSS, sebagai berikut :

4.1.1. Data konsentrasi *Nitrat*

Pemeriksaan konsentrasi *Nitrat* dilakukan pada setiap dua hari sekali dengan pengambilan sampel yaitu pada inlet dan outlet. Perhitungan efisiensi penurunan konsentrasi *Nitrat* menggunakan persamaan 4.1 *overall efficiency* (Wisley, 1989)

Untuk hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Data Konsentrasi Nitrat dan Efisiensinya

Hari ke	Inlet (mg/L)	Outlet 1 (mg/L)	Efisiensi 1 (%)	Outlet 2 (mg/L)	Efisiensi 2 (%)
1a	5.59	5.011	10.3577	4.953	1.1574
1b	1.9565	1.4335	26.7314	2.34	-63.2368
3a	3.633	3.4965	3.7572	2.799	19.9485
3b	2.9505	3.684	-24.8602	3.2965	10.51845
5a	2.889	2.821	2.354	2.822	-0.0354
5b	2.4545	3.3095	-34.8339	3.4515	-4.2906
7a	1.1125	1.091	1.9325	0.833	23.6480
7b	3.2965	0.5735	82.6027	1.0435	-81.9529
9a	4.092	2.7655	32.4169	1.091	60.5496
9b	3.2135	4.4745	-39.2407	2.1155	52.7209
Xr	3.1188	2.866	6.12176	2.4745	1.902715

(Sumber: Penelitian, 2006)

Keterangan : a = Pengambilan pertama

b = Pengambilan kedua

Tanda (-) menunjukkan adanya kenaikan konsentrasi Nitrat

4.1.2. Data konsentrasi TSS (*Total Suspended Solid*)

Pemeriksaan konsentrasi TSS dilakukan pada setiap hari sekali dengan pengambilan sampel yaitu pada inlet dan outlet. Perhitungan efisiensi penurunan konsentrasi TSS menggunakan persamaan 4.1 *overall efficiency* (Wisley, 1989)

Untuk hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Data Konsentrasi TSS dan Efisiensinya

Hari ke	Inlet (mg/L)	Outlet 1(mg/L)	Efisiensi 1 (%)	Outlet 2 (mg/L)	Efisiensi 2 (%)
1a	956	792	17.1548	718	35.7876
1b	1168	750	9.3434	702	6.4
2a	944	652	30.9322	560	37.5510
2b	980	612	14.1104	486	20.5882
3a	1502	1150	23.4354	1130	11.3590
3b	986	874	1.7391	780	10.7551
4a	758	760	-0.2638	614	19.0883
4b	702	568	19.2105	370	34.8591
5a	568	600	-5.6338	426	48.6284
5b	802	412	29	198	51.9417
6a	690	466	32.4637	356	55.344
6b	842	376	23.6051	332	11.70212
7a	984	784	20.3252	662	20.430
7b	558	444	15.56122	354	20.2702
8a	992	546	44.9596	452	15.3614
8b	1328	1124	17.2161	1086	3.3807
9a	1678	1448	13.7067	910	8.0547
9b	1316	1210	37.1546	730	39.6694
10a	2182	1678	23.0980	1488	26.3655
10b	1904	1402	11.3230	1466	-4.5649
Xr	1092	832.4	18.192207	691	23.64858

(Sumber: Penelitian, 2006)

Keterangan : a = Pengambilan pertama

b = Pengambilan kedua

Tanda (-) menunjukkan adanya kenaikan konsentrasi TSS

4.2 Analisa Data

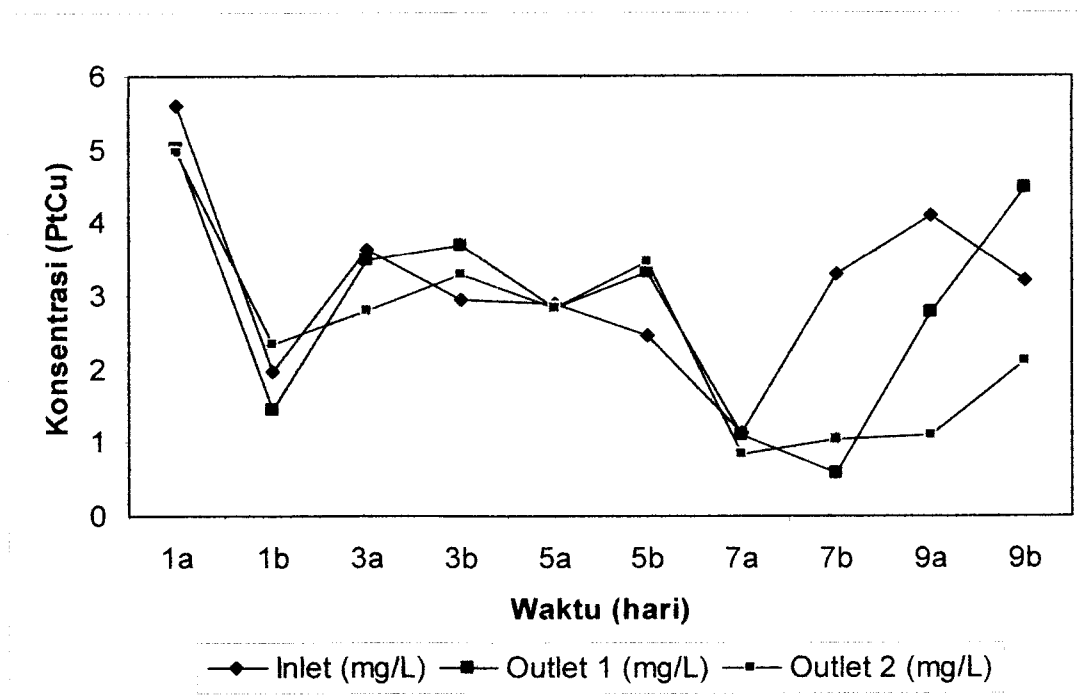
4.2.1 Analisa Data Dengan Menggunakan Anova Untuk Nitrat

Analisa Nitrat menggunakan Uji Anova Satu Jalur bertujuan untuk menguji apakah ada perbedaan yang signifikan atau tidak terhadap konsentrasi Nitrat pada bagian inlet dan outlet.

1. Uji Anova Satu Jalur Untuk Inlet, Outlet I dan Outlet II

Dari perhitungan diperoleh $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ atau $0.6056272 \leq 3.354131$ (lampiran), maka terima H_0 artinya tidak ada perbedaan yang signifikan antara konsentrasi Nitrat bagian inlet dan outletnya.

Berikut ini adalah grafik-grafik yang menunjukkan konsentrasi Nitrat :



Gambar 4.1 Grafik konsentrasi Nitrat dengan hari pengambilan

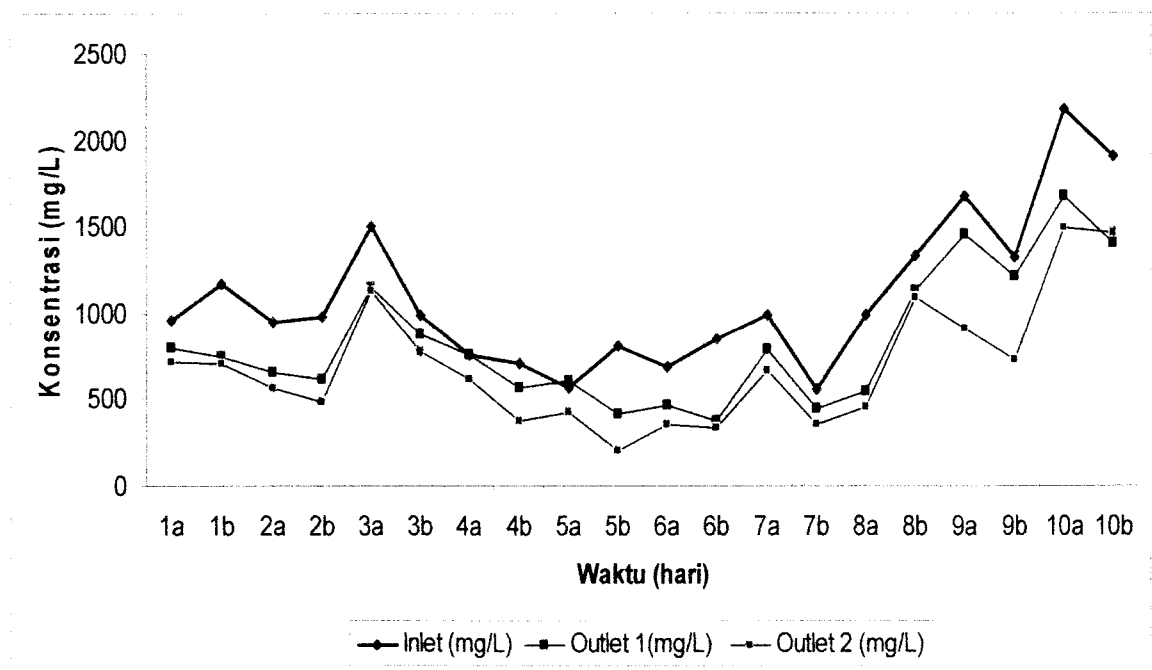
4.2.2 Analisa Data Dengan Menggunakan Anova Untuk Analisa TSS

Analisa TSS menggunakan Uji Anova Satu Jalur bertujuan untuk menguji apakah ada perbedaan yang signifikan atau tidak terhadap konsentrasi TSS pada bagian inlet dan outlet.

1. Uji Anova Satu Jalur Untuk Inlet, Outlet I Dan Outlet II

Dari perhitungan diperoleh $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ atau $5.2706656 \geq 3.158843$ (lampiran), maka tolak H_0 artinya ada perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada inlet dan outletnya.

Berikut ini adalah grafik-grafik yang menunjukkan konsentrasi TSS :



Gambar 4.3 Grafik konsentrasi TSS dengan hari pengambilan

4.3 Pembahasan

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Aerobik Horizontal Roughing Filter dengan menggunakan krikil yang berukuran 10-5 mm untuk menurunkan kadar TSS dan Nitrat pada limbah cair industri batik nakula sadewa. Penelitian ini dilakukan secara bertingkat dimana reaktornya disusun secara paralel. Reaktor yang digunakan yaitu sebanyak 3 buah, dimana reaktor pertama bersifat anaerobik sedangkan reaktor kedua dan ketiga bersifat aerobik. Pada penelitian ini reaktor yang digunakan adalah reaktor kedua dan ketiga. Adapun inlet yang akan masuk ke dalam reaktor kedua ini adalah outlet yang berasal dari reaktor pertama yang bersifat *anaerobik*

Dari hasil penelitian yang dilakukan selama 10 hari dengan menggunakan reaktor *aerobik horizontal roughing filter* dengan sistem aliran kontinu dalam menurunkan konsentrasi Nitrat dan TSS, dengan titik pengambilan sampel yaitu pada inlet dan outlet masing-masing reaktor, pada setiap sampel dilakukan dua kali pengujian (Duplo). Hasil penelitian seperti yang terdapat pada tabel 4.1 dan tabel 4.2, yang selanjutnya dilakukan uji data statistik menggunakan uji ANOVA satu jalur. Anova atau *analysis of variance* adalah tergolong analisis komparatif lebih dari dua variabel atau lebih dari dua rata – rata. Tujuannya ialah untuk membandingkan lebih dari dua rata – rata. Gunanya untuk menguji kemampuan generalisasi artinya data sampel dianggap dapat mewakili populasi. Dari analisa data penelitian dengan uji Anova satu jalur untuk parameter Nitrat diperoleh hasil bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara konsentrasi bagian Inlet dan outlet pada masing-masing reaktor. Sedangkan untuk parameter TSS diperoleh

hasil bahwa ada perbedaan yang signifikan antara konsentrasi bagian inlet dan outlet pada masing – masing reaktor.

Untuk selanjutnya akan dibahas mengenai adanya perbedaan atau tidak adanya perbedaan yang signifikan antara konsentrasi bagian Inlet dan outlet pada masing-masing reaktor yaitu sebagai berikut :

4.3.1 Konsentrasi Nitrat

Dari hasil analisa data penelitian dengan uji Anova satu jalur untuk parameter Nitrat diperoleh hasil bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara konsentrasi bagian Inlet dan outlet pada masing-masing reaktor. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain disebabkan karena waktu tinggal yang direncanakan dalam reaktor tidak sesuai dengan waktu tinggal yang terjadi dalam reaktor, sehingga *influent* yang masuk bukan menjadi *effluent* yang keluar dari reaktor. Ada beberapa faktor yang menyebabkan waktu tinggal tidak sesuai dengan waktu tinggal yang direncanakan yaitu sulitnya mengatur debit yang keluar dari *inlet* masing – masing reaktor sehingga debit yang keluar bukan debit yang direncanakan dan juga volume reaktor yang direncanakan.

Selain faktor – faktor diatas, faktor lain yang memungkinkan konsentrasi nitrat tidak mempunyai perbedaan yang signifikan adalah kondisi *aerobik* dari reaktor tersebut. Pada umumnya proses pengolahan nitrat secara aerobik tidak akan mengalami penurunan terhadap konsentrasi nitrat melainkan akan terjadi kenaikan terhadap konsentrasi nitrat. Hal ini dapat dilihat dari hasil penelitian konsentrasi nitrat pada reaktor 2 dan 3 yang merupakan proses pengolahan secara

fisik yaitu secara *aerobik*, dimana hasil rata – rata konsentrasi nitrat antara inlet dan outlet di reaktor 2 dan 3 adalah sama, artinya tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar inlet dan outlet.

Kemungkinan - kemungkinan lain yang dapat menyebabkan konsentrasi nitrat mengalami kenaikan yaitu pada sampling terjadi adanya oksidasi oksigen dan juga pada proses autotroph nitrifikasi. Sehingga proses *Nitrifikasi* yaitu proses oksidasi secara biologi dari ammonium-N menjadi Nitrat-N dengan Nitrit-N (NO_2^-) sebagai produk *intermediate* dapat terjadi (Lee. 1999). Dimana ammonium dioksidasi menjadi nitrit dan selanjutnya menjadi nitrat (Herbert, 1999). Sebagaimana telah dijelaskan pada persamaan reaksi 2.1 dan 2.2 yaitu proses nitrifikasi. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor yaitu difusi oksigen langsung dalam reaktor, persediaan ammonium yang cukup dari hasil mineralisasi bahan organik air buangan dalam reaktor, persediaan dari karbondioksida sebagai sumber karbon bagi mikroorganisme nitrifikasi. Faktor-faktor tersebut yang menyebabkan nitrat menjadi naik.

Adapun hasil penelitian seperti yang terdapat pada tabel 4.1, dapat dilihat dimana Reaktor *Aerobik Horizontal Roughing Filter* rata – rata mampu menurunkan konsentrasi Nitrat sebesar 6,121% pada reaktor 1 dengan rata – rata konsentrasi awal (inlet) yaitu 3,1188 mg/l dan konsentrasi akhir (outlet) yaitu 2,866 mg/l, sedangkan pada reaktor ke 2 rata – rata mampu menurunkan konsentrasi nitrat sebesar 1,902% dengan rata-rata konsentrasi awal 2,866 mg/l dan konsentrasi akhir 2,4745.

Penurunan konsentrasi nitrat ini disebabkan karena konversi amoniun menjadi nitrit kemudian menjadi nitrat sangat kecil hal ini yang menyebabkan nitrat tidak mengalami kenaikan yang berarti. Faktor lain yang menyebabkan penurunan adalah kondisi *anaerobik* yang ada di dalam reaktor, kondisi ini terjadi karena penyumbatan zat-zat organik yang tersuspensi pada celah-celah atau pori-pori krikil sehingga *supply* oksigen sebagian tengah maupun dasar reaktor tidak terjadi, hal ini yang menyebabkan kondisi reaktor menjadi *anaerobik* sehingga terjadi proses denitrifikasi pada reaktor. Menurut Rittmann (2001), Denitrifikasi adalah proses reduksi nitrat (NO_3^-) dan nitrit (NO_2^-) menjadi gas N_2 . Dengan kata lain adalah sebagai elektron akseptor yang digunakan sebagai energi. Dalam proses denitrifikasi, nitrat akan direduksi menjadi Nitrit (NO_2^-), *nitric oxide* (NO), *nitrous oxide* (N_2O), dan gas N_2 . Inilah yang menyebabkan nitrat mengalami penurunan seperti terlihat pada tabel 4.1

Reaksinya dapat dituliskan sebagai berikut :



4.3.2 Konsentrasi TSS (*Total Suspended Solid*)

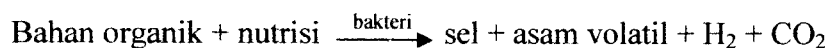
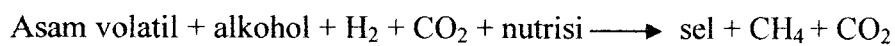
Adapun hasil penelitian seperti yang terdapat pada tabel 4.2, dapat dilihat dimana Reaktor *Aerobik Horizontal Roughing Filter* rata – rata mampu

menurunkan konsentrasi TSS sebesar 18,922% pada reaktor 1 dengan rata – rata konsentrasi awal (inlet) yaitu 1092 mg/l dan konsentrasi akhir (outlet) yaitu 832,4 mg/l, sedangkan pada reaktor ke 2 mampu menurunkan nitrat sebesar 23,648% dengan rata-rata konsentrasi awal 832,4 mg/l dan konsentrasi akhir 691.

Dari hasil analisa data penelitian dengan uji Anova satu jalur untuk parameter TSS diperoleh hasil bahwa ada perbedaan yang signifikan antara konsentrasi bagian Inlet dan outlet pada masing-masing reaktor. Ini berarti di dalam rektor tersebut terjadi proses pengolahan terhadap TSS. Walaupun waktu tinggal yang direncanakan dalam reaktor tidak sesuai dengan waktu tinggal yang terjadi dalam reaktor, tetapi hal yang paling penting pada penguraian TSS adalah bukan dari waktu tinggal melainkan dari proses penyaringan yang lebih efektif dan juga dari media yang digunakan sangat penting sehingga *influent* yang masuk bukan menjadi *effluent* yang keluar dari reaktor. Ada beberapa faktor yang menyebabkan waktu tinggal tidak sesuai dengan waktu yang direncanakan yaitu sulitnya mengatur debit yang keluar dari *inlet* masing – masing reaktor sehingga debit yang keluar bukan debit yang direncanakan.

Penurunan konsentrasi TSS ini dapat terjadi karena di dalam *aerobik Roughing Filter* terjadi mekanisme fisik yaitu proses *screening* (penyaringan). Proses *screening* ini akan meremoval partikel - partikel yang lebih besar dari pori atau celah media filter (Anonim, 2005). Ketika air limbah yang mengandung TSS ini melewati media gravel maka TSS akan tertahan pada pori atau celah - celah gravel. TSS yang telah tertahan pada pori atau celah - celah gravel ini akan mengalami proses biologi yaitu TSS didegradasi oleh bakteri.

Total Suspended Solid (TSS) atau zat padat tersuspensi terdiri dari zat padat tersuspensi organis dan zat padat tersuspensi *Inorganis*. Dimana zat padat tersuspensi organis ini dan juga bahan - bahan organik lainnya diperlukan bakteri untuk pertumbuhan selnya, dan bahan - bahan tersebut juga akan dirombak menjadi asam *volatile*, alkohol, H₂ dan CO₂ (Pranoto, 2002).



Pada hari ke 8 sampai hari ke 10 efisiensi penurunan konsentrasi TSS semakin menurun, hal ini disebabkan karena faktor kecepatan dan terjadinya *clogging* pada reaktor sehingga kandungan TSS akan menumpuk dan semakin banyak dan zat organik tidak akan bisa masuk melalui pori – pori kedalam reaktor sehingga dengan kecepatan yang sama zat organik akan langsung keluar melalui *effluent* tanpa melalui proses penyaringan. Adapun faktor lain yang menyebabkan kenaikan dari TSS adalah semakin banyaknya zat organik yang mengandung protein dan karbohidrat yang tertahan di media akan semakin mendukung pertumbuhan mikroba di dalam reaktor. Dengan pertumbuhan mikroba yang semakin banyak di dalam reaktor sama halnya dengan semakin banyaknya kandungan TSS dalam air buangan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pemaparan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan yaitu :

1. Reaktor *Aerobik Horizontal Roughing Filter* rata – rata mampu menurunkan konsentrasi Nitrat dengan efisiensi sebesar 6 % dan pada reaktor ke 2 mampu menurunkan nitrat sebesar 2 %, sedangkan untuk konsentrasi TSS rata - rata mampu menurunkan dengan efisiensi sebesar 19 % pada reaktor 1 dan pada reaktor ke 2 mampu menurunkan nitrat sebesar 24 % ;
2. Dari hasil penelitian diperoleh adanya perbedaan yang signifikan antara inlet dengan outlet dari parameter TSS sedangkan untuk parameter nitrat tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara inlet dan outlet.
3. Sebab utama dari adanya pengaruh proses aerasi dari Roughing Filter terhadap Nitrat adalah ditunjukkan dengan adanya kenaikan dan penurunan dari nitrat, ini disebabkan adanya proses nitrifikasi dan denitrifikasi, sedangkan untuk TSS ditunjukkan dengan adanya proses penguraian zat organik oleh bakteri aerobik;

4. Penurunan konsentrasi TSS ini terjadi karena adanya proses screening dan filtrasi. Proses screening ini akan meremoval partikel - partikel yang lebih besar dari pori atau celah media filter.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, pembahasan dan kesimpulan yang didapat, maka dapat diberikan saran yaitu :

1. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya diperhatikan waktu tinggal yang direncanakan dengan waktu tinggal dalam reaktor, sehingga effluen yang dihasilkan sesuai dengan waktu tinggal yang direncanakan;
2. Untuk penelitian selanjutnya hendaknya dilakukan variasi waktu kontak dan variasi debit aliran;
3. Untuk hari pengambilan sampel sebaiknya ditambah, untuk melihat lebih jelas kecenderungan perubahan efisiensi pada reaktor.;
4. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan pengukuran terhadap temperatur dan pH mengingat keduanya sangat berpengaruh dalam proses *aerobik* pada *Roughing Filter*;
5. Dalam melakukan sampling perlu dipertimbangkan teknik pengambilan sampling yang langsung dari reaktor.

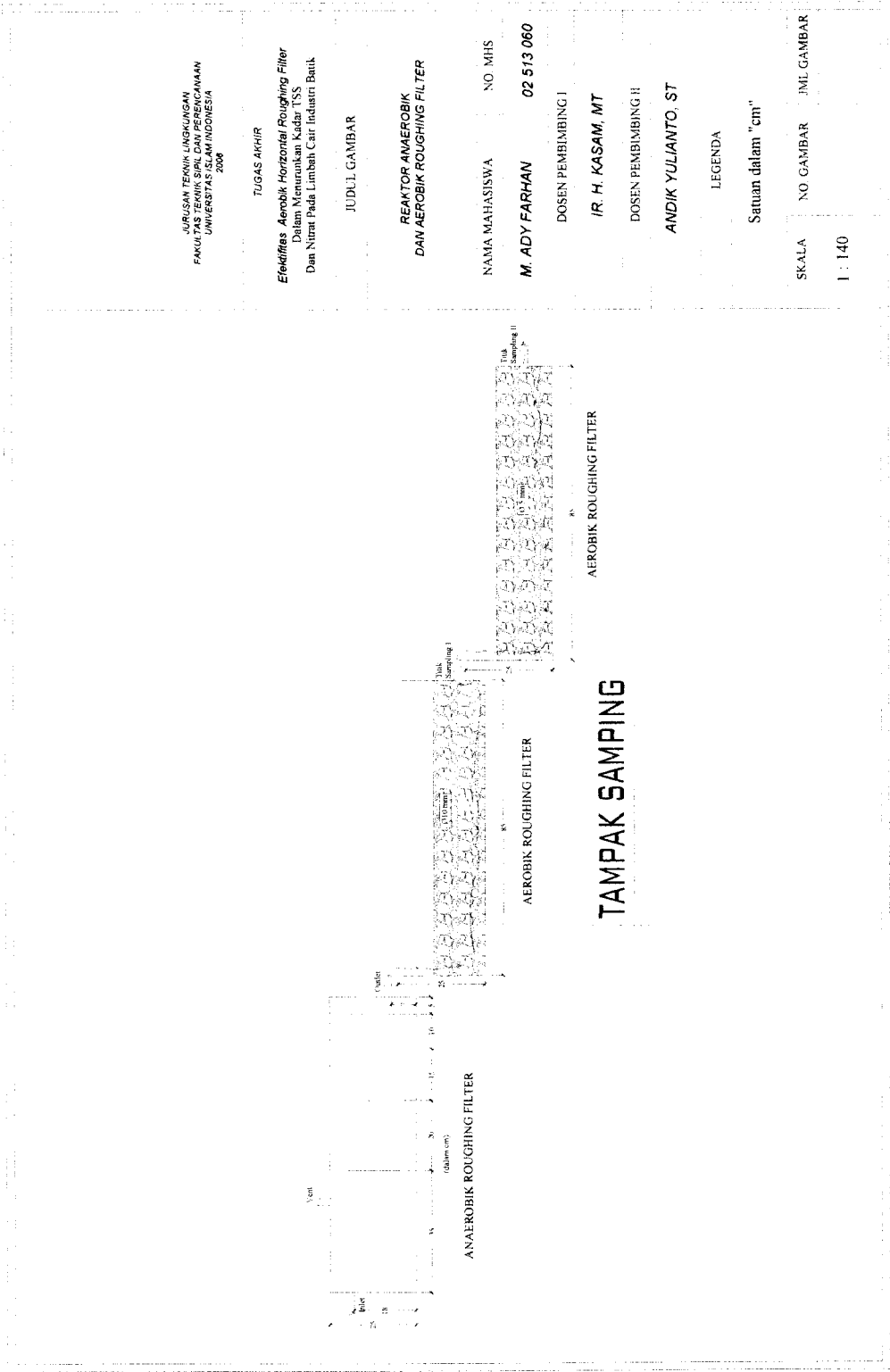
DAFTAR PUSTAKA

- Anjarwani, Dian, 2006, Penurunan TSS, Amonium dan nitrat pada limbah domestik dengan menggunakan Roughing Filter Aliran Horizontal Bermedia Gravel Dengan Proses Anaerobik Dan Kompartemen Yang Berbeda Panjang, FTSP, UII JOGJA.
- Anonim, 1985-1986, Buku Panduan Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran Industri Batik, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Kerajinan Batik.
- Anonim, 1987, Buku Petunjuk Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran Limbah Padat dan Cair Industri, Departemen Perindustrian, Jakarta.
- Anonim, 1988, Proses Batik, Departemen Perindustrian, Jogjakarta.
- Anonim, 2005, Standart Methods For The Examination Of Water And Wastewater 6th Edition, American Public Health Association, Washington.
- Anonim, 2005, Surface Water Treatment by Roughing Filter, www.Google.com.
- Anonim, 2005, Slow Sand Filters, Iron Removing Filters, Roughing Filters, Blue Future Filters, Inc, www.Google.com
- Anonim, 2005, Roughing Filter Technology, www.Google.com.
- Anonym, 2005, Components Of a Rainwater Harvesting System, Rainwaterharvesting.org, www.Google.com.
- Anonim, Advance Greywater Treatment and Roughing Filter, www.Google.com, update : 7 Maret 2006.
- Darsono, Valantinus 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.
- Handayani, Meli, 1997, Pengaruh Kedalaman Kolam Aerobik Terhadap Keberhasilan Proses Pengolahan Limbah Cair Pabrik Tahu, STTL, Jogjakarta.
- Hartono, Surip, 2002, Pengaruh Waktu Kontak Proses Elektrolisa Terhadap Penurunan Kadar Warna Limbah Cair Industri Tekstil, STTL, Jogjakarta.
- Hascaryo, Nugroho Nur, 1999, Penentuan Konsentrasi Adsorben Batubara Pada Penurunan Warna Limbah Cair Batik, STTL, Jogjakarta.

- Jenie dan Rahayu, 1993, Penanganan Limbah Industri Pangan, Kanisius, Jogjakarta.
- Prapto, W, Djayaningrat, A, 1993, Teknik Pengelolaan Air Buangan Industri, Himpunan Karya Ilmiah DIBidang Perkotaan dan Lingkungan, KPPL, Jakarta.
- Price, Elizabeth and Cheremisinoff, Asis, 1981, Teknik Pengelolaan Air Buangan Industri, Himpunan Karya Ilmiah Dibidang Perkotaan dan Lingkungan, KPPL, Jakarta.
- Rooklidge, Stephen. J, dkk, Clay Removal In Balastic and Limestone Horizontal Roughing Filter, Notre Dame, USA, [www. Google.com](http://www.Google.com).
- Santika,S.S, Alaert, 1981, Metode Penelitian Air, Usaha Nasional, Surabaya.
- Sugiharto, 1989, Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah, Universitas Press, Jakarta.
- Sofian, Afan, 2006, Penggunaan Anaerobik Roughing Filter Aliran Horizontal Dalam Menurunkan Kadar COD dan TSS pada Lindi Sampah Domestik, Tek.Lingkungan FTSP, UII Jogja
- Wardani, Bina, 2000, Pengaruh Bentonit Terhadap Perubahan Warna Air Limbah Batik Studi Kasus Di Industri Batik Plentong Yokyakarta, STTL, Jogjakarta.

LAMPIRAN 1

**GAMBAR REAKTOR AEROBIK ROUGHING
FILTER TAMPAK ATAS, SAMPING DAN
DEPAN**



TUGAS AKHIR
*Efektifitas Aerobik Horizontal Roughing Filter
Dalam Menurunkan Kadar TSS
Dan Nitrat Pada Limbah Cair Industri Batik*

JUDUL GAMBAR

REAKTOR ANAEROBIK
DAN AEROBIK ROUGHING FILTER

NAMA MAHASISWA NO MHS

M. ADY FARHAN 02 513 060

DOSEN PEMBIMBING I

IR. H. KASAM, MT

DOSEN PEMBIMBING II

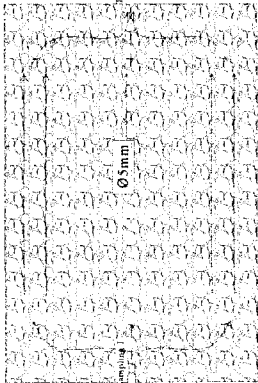
ANDIK YULIANTO, ST

LEGENDA

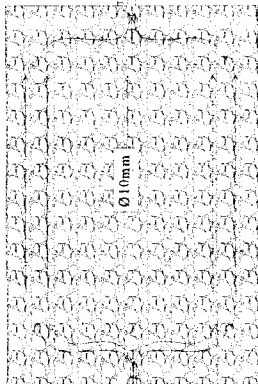
Satuan dalam "cm"

SKALA NO GAMBAR JML GAMBAR

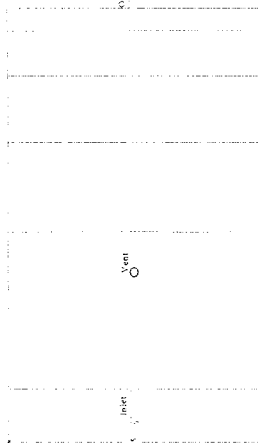
1 : 140



AEROBIK ROUGHING FILTER

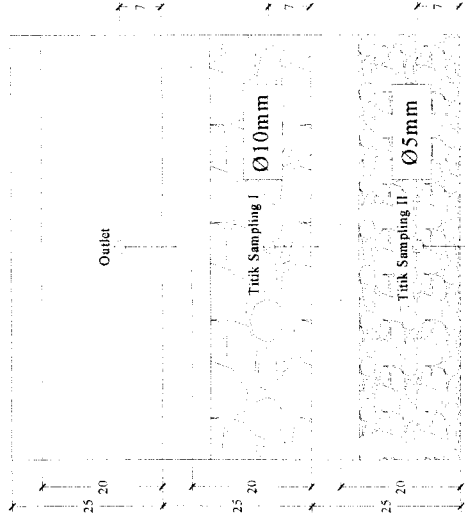


AEROBIK ROUGHING FILTER



ANAEROBIK ROUGHING FILTER

TAMPAK ATAS



ANAEROBIK ROUGHING FILTER

AEROBIK ROUGHING FILTER

AEROBIK ROUGHING FILTER

TAMPAK DEPAN

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2008

TUGAS AKHIR

Efektifitas Aerobik Horizontal Roughing Filter
Dalam Menurunkan Kadar TSS
Dan Nitrat Pada Limbah Cair Industri Batik

JUDUL GAMBAR

REAKTOR ANAEROBIK
DAN AEROBIK ROUGHING FILTER

NAMA MAHASISWA

NO. MHS

M. ADY FARHAN

02 513 060

DOSEN PEMBIMBING I

IR. H. KASAM, MT

DOSEN PEMBIMBING II

ANDIK YULIANTO, ST

LEGENDA

Satuan dalam "cm"

SKALA

NO. GAMBAR

JML. GAMBAR

1 : 140

LAMPIRAN 2

**PERHITUNGAN ANALISA DATA STATISTIK
ANOVA SATU JALUR**

Uji Anova Satu Jalur untuk Nitrat

Langkah 1 : membuat H_a dan H_o dalam bentuk kalimat

H_a : ada perbedaan yang signifikan antara hasil rata-rata analisa Nitrat inlet dan outlet

H_o : tidak ada perbedaan yang signifikan antara hasil analisa Nitrat inlet dan outlet

Langkah 2 : membuat H_a dan H_o dalam bentuk statistik

H_a : $A_1 \neq A_2 = A_3$

H_o : $A_1 = A_2 = A_3$

Langkah 3 : membuat tabel penolong untuk menghitung angka statistik

Hari ke	A1 (mg/L)	A2 (mg/L)	A3(mg/L)	
1a	5.59	5.011	4.953	
1b	1.9565	1.4335	2.34	
2a	3.633	3.4965	2.799	
2b	2.9505	3.684	3.2965	
3a	2.889	2.821	2.822	
3b	2.4545	3.3095	3.4515	
4a	1.1125	1.091	0.833	
4b	3.2965	0.5735	1.0435	
5a	4.092	2.7655	1.091	
5b	3.2135	4.4745	2.1155	
Statistik				total T
n	10	10	10	30
$\sum X$	31.188	28.660	24.745	84.593
$\sum (X^2)$	110.527	101.062	76.034	287.622
Xrata2	3.1188	2.866	2.4745	8.459
$(\sum X)^2/n_{A1}$	97.2691344	82.13956	61.2315025	240.640
(s)	245.1433667	223.8951132	0	469.038
(S)	60095.27021	50129.02173	0	110224.292

$A1^2$	$A2^2$	$A3^2$	$x_i - X_r$	$(x_i - X_r)^2$
31.248	25.110	24.532	335.434	112,515.734
3.828	2.055	5.476	339.067	114,966.532
13.199	12.226	7.834	337.391	113,832.451
8.705	13.572	10.867	338.073	114,293.455
8.346	7.958	7.964	338.135	114,335.042
6.025	10.953	11.913	338.569	114,629.069
1.238	1.190	0.694	339.911	115,539.590
10.867	0.329	1.089	337.727	114,059.628
16.744	7.648	1.190	336.932	113,522.937
10.327	20.021	4.475	337.810	114,115.697
				1,141,810.134

$x_2 - X_r$	$(x_2 - X_r)^2$	$x_3 - X_r$	$(x_3 - X_r)^2$
306.470	93,923.892	291.255	84,829.737
310.048	96,129.483	293.868	86,358.666
307.985	94,854.483	293.409	86,089.105
307.797	94,739.024	292.912	85,797.410
308.660	95,271.026	293.386	86,075.609
308.172	94,969.704	292.757	85,706.632
310.390	96,341.983	295.375	87,246.656
310.908	96,663.505	295.165	87,122.348
308.716	95,305.291	295.117	87,094.309
307.007	94,253.022	294.093	86,490.663
	952,451.413		

Anova: Single Factor nitrat

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance		
Column 1	10	31.188	3.1188	1.4730559		
Column 2	10	28.66	2.866	2.102445167		
Column 3	10	24.745	2.4745	1.644728722		
ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	2.107675267	2	1.05383763	0.605627152	0.552978789	3.35413083
Within Groups	46.9820681	27	1.7400766			
Total	49.08974337	29				

Langkah 4 :

mencari jumlah kuadrat antar group (JKA) dengan rumus :

$$JK_A = \sum \frac{(\sum A)^2}{n_A} - \frac{(\sum T)^2}{N} = 2,107675267$$

Langkah 5 :

mencari derajat kebebasan antar group (dkA) dengan rumus :

$$Dka = A - 1; \quad 3 - 1 = 2$$

Langkah 6 :

mencari kuadrat rerata antar group (Kra) dengan rumus :

$$KR_A = \frac{JK_A}{dk_A} = 1,053837663$$

Langkah 7 :

mencari jumlah kuadrat dalam antar group (JKD) dengan rumus :

$$JK_D = \sum X_T^2 - \sum \frac{(\sum X_A)^2}{n_A} = 46,982$$

Langkah 8 :

mencari derajat kebebasan dalam antar group (DKD)

$$dk_D = N - A; 30 - 3 = 27$$

Langkah 9 :

mencari kuadrat rerata dalam antar group (KR_D)

$$KR_D = \frac{JK_D}{dk_D} = 1,740076596$$

Langkah 10 :

mencari nilai Fhitung dengan rumus :

$$F_{hitung} = \frac{KR_A}{KR_D} = 0,605627152$$

Langkah 11 :

menentukan kaidah pengujian

Jika $F_{hitung} \geq F_{tabel}$, maka tolak H_0 artinya signifikan

Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$, maka terima H_0 artinya tidak signifikan

Langkah 12 :

mencari F_{tabel} dengan rumus :

$$F_{tabel} = F (1 - \alpha) (dk_A, dk_D)$$

$$F_{tabel} = F (1 - 0,05) (2, 27)$$

$$F_{tabel} = F (0,95) (2, 27)$$

$$F_{tabel} = 3,354$$

Langkah 13 :

membandingkan F_{hitung} dengan F_{tabel}

$$F_{hitung} \leq F_{tabel} = 0,605627152 \leq 4.41$$

Langkah 14 :

Menyimpulkan ternyata $F_{hitung} \leq F_{tabel}$, maka TERIMA H_0 artinya tidak signifikan.

Uji Anova Satu Jalur untuk TSS

Langkah 1 : membuat H_a dan H_o dalam bentuk kalimat

H_a : ada perbedaan yang signifikan antara hasil rata-rata analisa TSS inlet dan outlet

H_o : tidak ada perbedaan yang signifikan antara hasil analisa TSS inlet dan outlet

Langkah 2 : membuat H_a dan H_o dalam bentuk statistik

H_a : $A_1 \neq A_2 = A_3$

H_o : $A_1 = A_2 = A_3$

Langkah 3 : membuat tabel penolong untuk menghitung angka statistik

Hari ke	A1 (mg/L)	A2 (mg/L)	A3 (mg/L)
1a	956	792	718
1b	1168	750	702
2a	944	652	560
2b	980	612	486
3a	1502	1150	1130
3b	986	874	780
4a	758	760	614
4b	702	568	370
5a	568	600	426
5b	802	412	198
6a	690	466	356
6b	842	376	332
7a	984	784	662
7b	558	444	354
8a	992	546	452
8b	1328	1124	1086
9a	1678	1448	910
9b	1316	1210	730
10a	2182	1678	1488

10b	1904	1402	1466	
Statistik				total T
n	20	20	20	60
$\sum X$	21840.000	16648.000	13820.000	52308.000
$\sum (X^2)$	27537304.000	16579664.000	12086520.000	56203488.000
X_{rata2}	1092	832.4	691	2615.400
$(\sum X)^2/n_{A1}$	23849280	13857795.2	9549620	47256695.200
(s)	887.555293	654.9005489	0	1542.456
(S)	787754.3982	428894.7289	0	1216649.127

A1^2	A2^2	A3^2	xi-Xr	(xi-Xr)^2
913936.000	627264.000	515524.000	614.976	378,195.911
1364224.000	562500.000	492804.000	826.976	683,889.883
891136.000	425104.000	313600.000	602.976	363,580.479
960400.000	374544.000	236196.000	638.976	408,290.776
2256004.000	1322500.000	1276900.000	1,160.976	1,347,866.085
972196.000	763876.000	608400.000	644.976	415,994.492
574564.000	577600.000	376996.000	416.976	173,869.276
492804.000	322624.000	136900.000	360.976	130,303.925
322624.000	360000.000	181476.000	226.976	51,518.263
643204.000	169744.000	39204.000	460.976	212,499.195
476100.000	217156.000	126736.000	348.976	121,784.493
708964.000	141376.000	110224.000	500.976	250,977.303
968256.000	614656.000	438244.000	642.976	413,418.587
311364.000	197136.000	125316.000	216.976	47,078.736
984064.000	298116.000	204304.000	650.976	423,770.208
1763584.000	1263376.000	1179396.000	986.976	974,122.315
2815684.000	2096704.000	828100.000	1,336.976	1,787,505.760
1731856.000	1464100.000	532900.000	974.976	950,578.883
4761124.000	2815684.000	2214144.000	1,840.976	3,389,193.921
3625216.000	1965604.000	2149156.000	1,562.976	2,442,895.071
				14,967,333.565

$x_2 - \bar{X}_r$	$(x_2 - \bar{X}_r)^2$	$x_3 - \bar{X}_r$	$(x_3 - \bar{X}_r)^2$
480.519	230,898.461	421.792	177,908.112
438.519	192,298.870	405.792	164,666.782
340.519	115,953.155	263.792	69,585.982
300.519	90,311.639	189.792	36,020.832
838.519	703,114.030	833.792	695,208.349
562.519	316,427.569	483.792	234,054.264
448.519	201,169.249	317.792	100,991.469
256.519	65,801.972	73.792	5,445.193
288.519	83,243.185	129.792	16,845.846
100.519	10,104.059	-98.208	9,644.900
154.519	23,876.106	59.792	3,575.029
64.519	4,162.695	35.792	1,281.035
472.519	223,274.158	365.792	133,803.458
132.519	17,561.272	57.792	3,339.863
234.519	54,999.138	155.792	24,271.007
812.519	660,187.044	789.792	623,770.692
1,136.519	1,291,675.324	613.792	376,740.067
898.519	807,336.304	433.792	188,175.109
1,366.519	1,867,374.041	1,191.792	1,420,367.099
1,090.519	1,189,231.580	1,169.792	1,368,412.270
	8,148,999.849		

SUMMARY

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
Column 1	20	21840	1092	194106.5263
Column 2	20	16648	832.4	143256.2526
Column 3	20	13820	691	133521.0526

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	1654580.8	2	827290.4	5.270665573	0.007937785	3.15884272
Within Groups	8946792.8	57	156961.277			
Total	10601373.6	59				

Langkah 4 :

mencari jumlah kuadrat antar group (JKA) dengan rumus :

$$JK_A = \sum \frac{(\sum A)^2}{n_A} - \frac{(\sum T)^2}{N} = 1654580,8$$

Langkah 5 :

mencari derajat kebebasan antar group (dkA) dengan rumus :

$$Dka = A - 1; \quad 3 - 1 = 2$$

Langkah 6 :

mencari kuadrat rerata antar group (Kra) dengan rumus :

$$KR_A = \frac{JK_A}{dk_A} = 827290,4$$

Langkah 7 :

mencari jumlah kuadrat dalam antar group (JKD) dengan rumus :

$$JK_D = \sum X_T^2 - \sum \frac{(\sum X_A)^2}{n_A} = 8946792,800$$

Langkah 8 :

mencari derajat kebebasan dalam antar group (DKD)

$$dk_D = N - A; 60-3=57$$

Langkah 9 :

mencari kuadrat rerata dalam antar group (KR_D)

$$KR_D = \frac{JK_D}{dk_D} = 156961,2772$$

Langkah 10 :

mencari nilai Fhitung dengan rumus :

$$F_{hitung} = \frac{KR_A}{KR_D} = 5,2706656$$

Langkah 11 :

menentukan kaidah pengujian

Jika $F_{hitung} \geq F_{tabel}$, maka tolak H_0 artinya signifikan

Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$, maka terima H_0 artinya tidak signifikan

Langkah 12 :

mencari F_{tabel} dengan rumus :

$$F_{tabel} = F (1 - \alpha) (dk_A, dk_D)$$

$$F_{tabel} = F (1 - 0,05) (2, 57)$$

$$F_{tabel} = F (0,95) (2, 57)$$

$$F_{tabel} = 3,15$$

Langkah 13 :

membandingkan F_{hitung} dengan F_{tabel}

$$F_{hitung} \geq F_{tabel} = 5,2706656 \geq 4.41$$

Langkah 14 :

Menyimpulkan ternyata $F_{hitung} \geq F_{tabel}$, maka TOLAK H_0 artinya signifikan.

LAMPIRAN 3

**SNI 1991-STANDAR 47 METODE PENGUJIAN
KADAR NITRAT DALAM AIR BUANGAN
DENGAN ALAT SPEKTROMETER SECARA
BRUSIN SULFAT**

STANDAR

SK SNI M-49--1990-03

47

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



DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM

DAFTAR RUJUKAN

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

DAFTAR ISI

halaman

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

I. DESKRIPSI

1.1 Maksud dan Tujuan

1.1.1 Maksud

Metode pengujian ini dimaksudkan sebagai pegangan dalam pelaksanaan pengujian kadar nitrat, NO_3 dalam air.

1.1.2 Tujuan

Tujuan metode pengujian ini untuk memperoleh kadar nitrat dalam air.

1.2 Ruang Lingkup

Lingkup pengujian meliputi:

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

1.3 Pengertian

Beberapa pengertian yang berkaitan dengan metode pengujian ini:

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

M. CARA PELAKSANAAN

2.1 Peralatan dan Bahan Penunjang Uji

2.1.1 Peralatan

Peralatan yang digunakan terdiri atas:

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

2.1.2 Bahan Penunjang Uji

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

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

2.2 Persiapan Benda Uji

Siapkan benda uji dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) sediakan contoh uji yang telah diambil sesuai dengan Metode Pengambilan Contoh Uji Kualitas Air, SK SNI M-02-1989-03;
- 2) ukur 50 mL contoh uji secara duplo dan masukkan ke dalam gelas piala 100 mL.

- 3) apabila mengandung sisa klor sampai 2,0 mg/L Cl₂, tambahkan 0,05 mL larutan natrium arsenit ke dalam 50 mL contoh uji;
- 4) apabila mengandung nitrit sampai 0,50 mg/L NO₂-N, tambahkan 1 mL asam sulfanilat ke dalam 50 mL contoh uji;
- 5) benda uji siap diuji.

23. Pendapan Pengujian

23.1 Pembuatan Larutan Induk Nitrat, NO₃-N

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

- 1) larutkan 7,218 mg kalium nitrat, KNO₃, dengan 100 mL air suling di dalam labu ukur 1000 mL;
- 2) tambahkan air suling sampai tepat pada tanda tera.

23.2 Pembuatan Larutan Baku Nitrat, NO₃-N

Buat larutan baku nitrat dengan tahapan sebagai berikut:

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

23.3 Pembuatan Kurva Kalibrasi

Buat kurva kalibrasi dengan tahapan sebagai berikut:

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

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

2.4 Cara Uji

Uji kadar nitrat-N dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) pipet 10 mL benda uji kemudian masukkan ke dalam labu erlenmeyer 50 mL;
- 2) tambahkan 5 mL larutan NaCl dan 10 mL larutan asam sulfat, aduk perlahan-lahan dan biarkan sampai dingin;
- 3) tambahkan 0,50 mL larutan campuran brusin-asam sulfanilat, aduk perlahan-lahan dan panaskan diatas penangas air pada suhu tidak melebihi 95°C selama 20 menit kemudian dinginkan;
- 4) masukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer, baca dan catat serapan-maksimalnya.

2.5 Perhitungan

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

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

2.6 Laporan

Catat pada formulir kerja hal-hal sebagai berikut:

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

LAMPIRAN 4

**SNI 1991-STANDAR 2 METODE PENGUJIAN
KUALITAS FISIK AIR**

3.5.5 Perhitungan

Rumus yang digunakan dalam perhitungan ialah :

$$\text{mg/L residu total} = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{mL contoh}} \quad (1)$$

dengan penjelasan :

A = Berat cawan berisi residu dalam mg

B = Berat cawan kosong dalam mg

3.6 Residu Tersuspensi

3.6.1 Prinsip Kerja

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

3.6.2 Gangguan

Gangguan yang terdapat dalam analisis ialah :

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

3.6.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan ialah:

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

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

5.2 Cara Kerja

Langkah cara kerja adalah sebagai berikut :

1. penimbangan kertas saring kosong dilakukan dengan urutan :

- (1) taruh kertas saringan ke dalam alat penyaring;
- (2) bilas kertas saring dengan air suling sebanyak 20 mL dan operasikan alat penyaring;
- (3) ulangi pembilasan hingga bersih dari partikel-partikel halus pada kertas saring;
- (4) ambil kertas saring dan taruh di atas tempat khusus kertas saring;
- (5) keringkan kertas saring tersebut di dalam oven pada temperatur 103 - 105 °C selama 1 jam;
- (6) dinginkan dalam desikator selama 10 menit;
- (7) timbang dengan neraca analitik;
- (8) ulangi langkah (5) sampai (7) hingga diperoleh berat tetap (kehilangan berat <4 %) misalnya B mg;
- (9) taruh kertas saring tersebut di dalam desikator;

2. penyaringan contoh dan penimbangan residu tersuspensi dilakukan dengan urutan :

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

LAMPIRAN 4

**SNI 1991-STANDAR 2 METODE PENGUJIAN
KUALITAS FISIK AIR**

3.5.5 Perhitungan

Rumus yang digunakan dalam perhitungan ialah :

$$\text{mg/L residu total} = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{mL contoh}} \quad (1)$$

dengan penjelasan :

A = Berat cawan berisi residu dalam mg

B = Berat cawan kosong dalam mg

3.6 Residu Tersuspensi

3.6.1 Prinsip Kerja

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

3.6.2 Gangguan

Gangguan yang terdapat dalam analisis ialah :

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

3.6.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan ialah:

- 1) cawan Cohn atau alat penyaring lain yang dilengkapi pengisar atau penekan;
- 2) kertas saring yang berpori 0,45 µm misalnya Gelman tipe A-E atau Whatman tipe 934 AH atau Millipore tipe AP40 atau yang sama;
- 3) tempat khusus untuk menaruh kertas saring yang terbuat dari kayu nil, karat atau aluminium;

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

5.2. Cara Kerja

Langkah cara kerja adalah sebagai berikut :

penimbangan kertas saring kosong dilakukan dengan urutan :

- (1) taruh kertas saring ke dalam alat penyaring;
- (2) bilas kertas saring dengan air suling sebanyak 20 mL dan operasikan alat penyaring;
- (3) ulangi pembilasan hingga bersih dari partikel-partikel halus pada kertas saring;
- (4) ambil kertas saring dan taruh di atas tempat khusus kertas saring;
- (5) keringkan kertas saring tersebut di dalam oven pada temperatur 103 - 105 °C selama 1 jam;
- (6) dinginkan dalam desikator selama 10 menit;
- (7) timbang dengan neraca analitik;
- (8) ulangi langkah (5) sampai (7) hingga diperoleh berat tetap (kehilangan berat <4 %) misalnya B mg;
- (9) taruh kertas saring tersebut di dalam desikator;

2. penyaringan contoh dan penimbangan residu tersuspensi dilakukan dengan urutan :

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

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

3.6.5 Perhitungan

Rumus yang digunakan dalam perhitungan ialah :

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

dengan penjelasan :

A = Berat kertas saring berisi residu tersuspensi, dalam mg

B = Berat kertas saring kosong, dalam mg

3.7 Residu Terlarut

3.7.1 Prinsip Kerja

Pemeriksaan residu terlarut dilakukan dengan cara menimbang berat residu yang lolos melalui kertas saring yang berpori $< 0,45 \mu\text{m}$ dan telah dikeringkan pada suhu $103-105^\circ\text{C}$.

3.7.2 Gangguan

Beberapa gangguan pengujian antara lain :

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

3.7.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah :

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

- (A) oven untuk pemanasan pada suhu $103-105^{\circ}\text{C}$;
- (B) desikator;
- (C) neraca analitik dengan kapasitas 200 gram dan ketelitian $0,1\text{ mg}$;
- (D) cawan Goch atau alat penyaring lain yang dilengkapi pengisap atau tekanan;
- (E) kertas saring yang berdiameter 45 mm misalnya Goch tipe A/E atau Whatman tipe 934 AH atau Millipore tipe A/E atau yang sejenis;
- (F) tempat khusus untuk melewatkan kertas saring, terbuat dari baja antikarat atau aluminium;
- (G) penjepit cawan.

3.7.4 Cara Kerja

Tampan cara kerja adalah sebagai berikut :

1) penimbangan cawan kosong dikerjakan dengan urutan :

- (1) panaskan cawan kosong dalam oven pada suhu $550 \pm 50^{\circ}\text{C}$ selama 1 jam, biarkan di dalam oven hingga hampir dingin;
- (2) dinginkan dalam desikator selama 15 menit;
- (3) timbang dengan neraca analitik;
- (4) panaskan kembali cawan kosong dalam oven pada suhu $103-105^{\circ}\text{C}$ selama 1 jam;
- (5) dinginkan dalam desikator selama 15 menit;
- (6) timbang kembali dengan neraca analitik;
- (7) ulangi langkah (4) sampai (6) hingga diperoleh berat tetap (kehilangan berat $<4\%$) misalnya 3 mg.

2) penyaringan contoh dilakukan dengan urutan :

- (1) siapkan kertas saring pada alat penyaring;
- (2) saring contoh sebanyak 250 mL;
- (3) ambil filtrat sebanyak 100 mL kemudian tuangkan ke dalam cawan yang telah diketahui beratnya dan banyaknya contoh yang diambil disesuaikan dengan kadar residu terlarut di dalam contoh uji sehingga berat residu terlarut yang diperoleh antara 2,5 mg sampai 200 mg;
- (4) keringkan di dalam oven pada suhu $103-105^{\circ}\text{C}$ selama 1 jam;
- (5) dinginkan dalam desikator selama 15 menit;
- (6) timbang cawan berisi residu terlarut tersebut dengan neraca analitik;
- (7) ulangi langkah (4) sampai (6) hingga diperoleh berat tetap (kehilangan berat $<4\%$) misalnya 4 mg.

3.7.5 Perhitungan

Rumus yang digunakan untuk perhitungan ialah :

$$\text{mg/L reterlarut} = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{Contoh}} \quad (6)$$

dengan : alasan :

A = Berat cawan berisi reterlarut, dalam mg

B = Berat cawan kosong, dalam mg

3.8 Residu Terurai dan Residu Terikat

3.8.1 Prinsip

Residu terurai atau residu tersuspensi dipijarkan pada suhu 550 °C selama 15 menit. Dengan residu terurai atau residu tersuspensi disebut residu terurai dan sisanya residu total atau residu tersuspensi disebut residu terikat.

3.8.2 Gangg

Gangg yang ada pada residu terurai dan residu terikat sama dengan residu terurai dan residu tersuspensi (lihat 3.5.1 dan 3.6.2).

3.8.3 Peralat

Peralat yang digunakan sama dengan pemeriksaan residu terurai (lihat 3.7.3)

3.8.4 Cara Kerja

Tahap kerja adalah sebagai berikut :

- 1) Pengambilan residu terurai dan residu total terikat dilakukan dengan cara :

1) Siapkan residu terurai dari contoh residu dengan cara residu terurai, lihat 3.5 di atas.
 2) Pijarkan cawan yang berisi residu terurai di dalam tabur pada suhu 550 ± 5 °C selama 15 menit, biarkan di dalam tabur hingga hampir dingin;
 3) dinginkan dalam desikator selama 15 menit;
 4) timbang dengan neraca analitik;

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

3.5.5 Airtrangan

Berat yang digunakan dalam perhitungan adalah :

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

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

atau penjelasan :

A = Berat cawan berisi residu total dalam mg

B = Berat cawan berisi residu total setelah penijaran dalam mg

C = Berat cawan kosong, dalam mg

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

No	Jenis Proses	Zat-zat Pencemar	Bahan pencemar
1.	Persiapan	Kanji, minyak kacang, soda abu.	Rendah (cair).
2.	Pembatikan	Uap lilin batik.	Kontak langsung (gas).
3.	Pewarnaan	<p>a. Naphtol Naphtol, Garam Diazonium, NaOH, TRO, Kanji.</p> <p>b. Indigosol Indigosol, NaNO₂, HCl, H₂SO₄, TRO, Kanji.</p> <p>c. Reaktif Dingin Reaktif, NaCl, Na₂CO₃, Na₂SiO₄, TRO, Kation Aktif, Kanji.</p> <p>d. Rapid Rapid, NaOH, Kanji.</p> <p>e. Indanthreen Indanthreen, NaOH, Na₂S₂O₄, TRO, NaCl, H₂O₂, CH₃COOH, Kanji.</p>	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).

Baku Mutu : Kep. Gubernur Kepala DIY. No: 281/ KPTS/ 1998

LAMPIRAN 6

DOKUMENTASI PENELITIAN



GAMBAR 1. LOKASI PENGAMBILAN SAMPEL



GAMBAR 2. PENGANGKUTAN SAMPEL



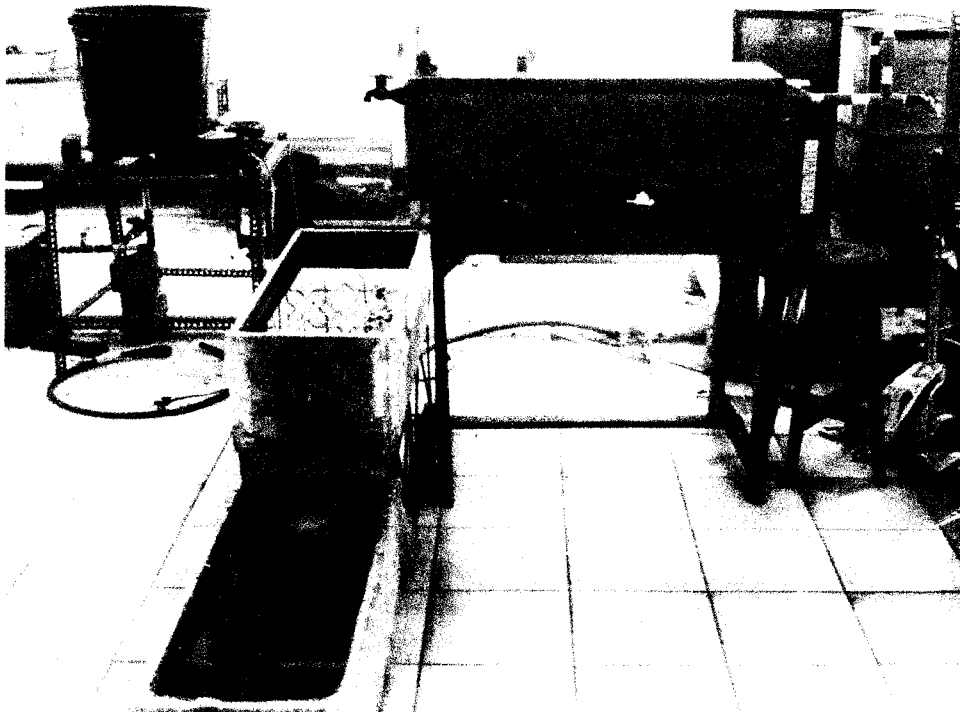
GAMBAR 3. PROSES PENCUCIAN



GAMBAR 4. PROSES PENCELUPAN



GAMBAR 5. TEMPAT PENAMPUNGAN SAMPEL



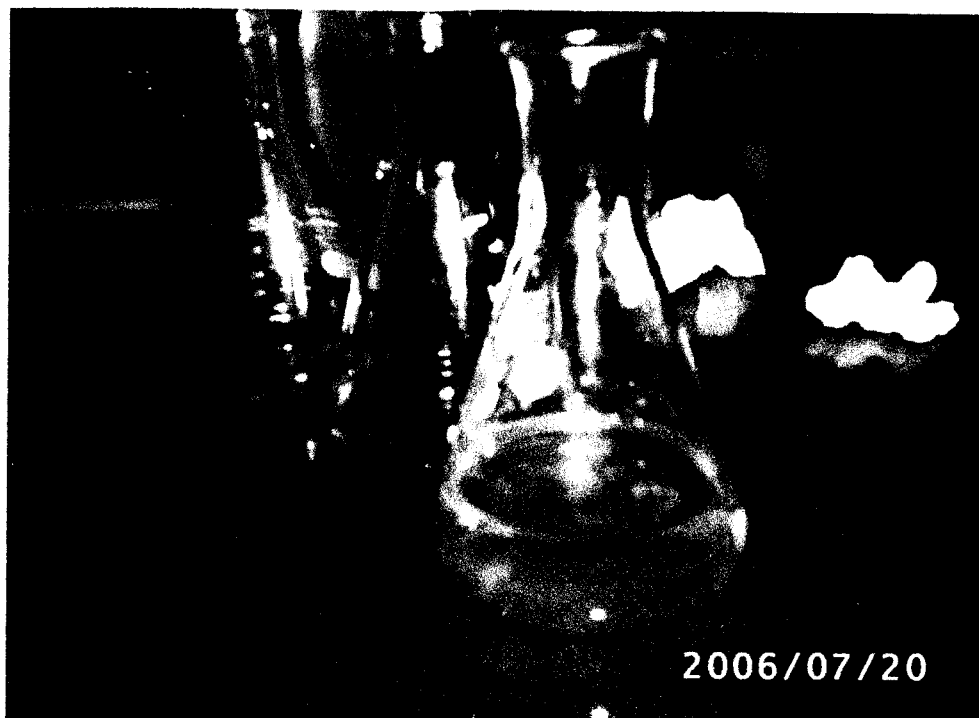
GAMBAR 6. REAKTOR PENELITIAN



GAMBAR 7. PENGAMBILAN SAMPEL



GAMBAR 8. PENGAWETAN SAMPEL



GAMBAR 9. PENGUJIAN SAMPEL NITRAT



GAMBAR 10. PEMANASAN PADA WATER BATH



GAMBAR 11. SPEKTRO NITRAT



GAMBAR 12. PROSES PENGERINGAN DI OVEN