

TA/TL/2006/0115

PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HADIAH/BELI	
TGL. TERIMA :	26 April 2007
NO. JUDUL :	002405
NO. INV. :	10050700215
NO. INDUK. :	

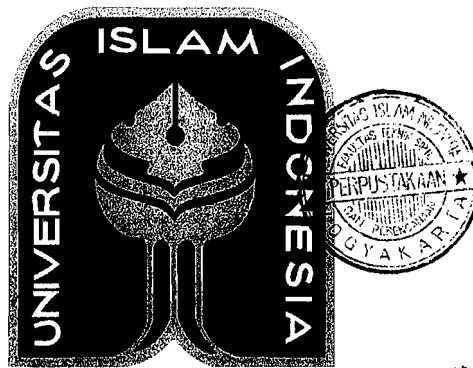
TUGAS AKHIR

PENURUNAN KONSENTRASI AMONIA (NH₃) DAN CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD)

**PADA LIMBAH CAIR LABORATORIUM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA MENGGUNAKAN
REAKTOR AEROKARBONFILTER**

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

R.
6284
Mud
P
?



وَاللَّهُمَّ صَلِّ وَسَلِّمْ وَبَارِكْ عَلَى نَبِيِّنَا مُحَمَّدٍ

xvii, 20 April 2007

Oleh :

Nama : Wahyu Mulyani
No. Mahasiswa : 02 513 085
Program Studi : Teknik Lingkungan

lahi bgr. ar bwh
perpustakaan
Uudl car lah
Artikel
a. islah filter
pulu

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

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR


**“PENURUNAN KONSENTRASI AMONIAK (NH₃) DAN
CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD)
PADA LIMBAH CAIR LABORATORIUM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA MENGGUNAKAN
REAKTOR AEROKARBONFILTER”**

Nama : Wahyu Mulyani
No. Mahasiswa : 02 513 085
Program Studi : Teknik Lingkungan

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

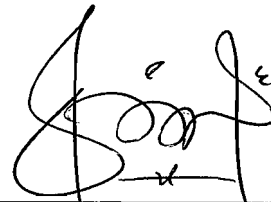
Ir. H. Kasam, MT.



Tanggal : 14 - 11 - 06

Dosen Pembimbing II

Eko Siswoyo, ST.



Tanggal : 14 - 11 - 06

MOTTO

" Dan barang siapa yang bertaqwa kepada Allah SWT niscaya Ia akan mengadakan baginya jalan keluar dan memberinya rizki dari arah yang tiada disangka-sangkanya "

(Q.S. At-thalaaq, ayat 2-3)

" Sungguh bersama kesukaran pasti ada kemudahan dan bersama kesukaran pasti ada kemudahan. Karena itu bila selesai suatu tugas, mulailah tugas yang lain dengan sungguh-sungguh "

(QS. Asy Syarh : 5-7)

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

(QS. Al Mujaadilah : 11)

Kedewasaan tidak diperoleh dari bertambahnya usia, melainkan dari bertambah bijaknya seseorang

(Ann Landers)

PENURUNAN KONSENTRASI AMONIAK (NH₃) DAN *CHEMICAL OXYGEN DEMAND* (COD) PADA LIMBAH CAIR LABORATORIUM UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA MENGGUNAKAN REAKTOR AEROKARBONFILTER

Eko Siswoyo, ST¹⁾, Ir. H. Kasam, MT²⁾, Wahyu Mulyani³⁾

INTISARI

Secara umum proses pengolahan limbah cair pada dasarnya adalah suatu perlakuan tertentu terhadap limbah cair sebelum limbah tersebut dibuang ke lingkungan, sehingga limbah tersebut tidak mengganggu media/lingkungan penerimanya. Air buangan dari laboratorium disinyalir mengandung bahan-bahan organik dan anorganik yang tinggi. Salah satunya adalah parameter COD dan *Amoniak* (NH₃). Berdasarkan data pengujian awal, konsentrasi parameter COD dan *Amoniak* (NH₃) pada limbah cair laboratorium Universitas Islam Indonesia adalah 1727.88 mg/lit dan 40 mg/lit, dimana konsentrasi tersebut melebihi standar baku mutu. Salah satu alternatif pengolahan limbah yang mengandung bahan-bahan organik tinggi ini adalah dengan menggunakan reaktor aerokarbonfilter. Reaktor ini tersusun dari aerator, adsorben-zeolit dan filter pasir kuarsa dan kerikil. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan reaktor aerokarbonfilter dalam menurunkan konsentrasi COD dan NH₃, untuk mengetahui besarnya efisiensi penurunan konsentrasi COD dan NH₃ dengan menggunakan reaktor aerokarbonfilter, dan mengetahui lama waktu jenuh zeolit dalam menurunkan konsentrasi COD dan NH₃.

Metode penelitian dilakukan yaitu dengan mengalirkan air limbah melewati proses aerasi, adsorpsi dengan zeolit serta penyaringan dengan filter pasir kuarsa. Reaktor ini memiliki panjang 30 cm dan lebar 30 cm, ketinggian total 135 cm, dengan ketebalan zeolit 40 cm dan filter pasir 32 cm dan ketebalan kerikil 8 cm. Variasi pengambilan sampel adalah mulai dari 0, 30, 60, 90, 120, dan 150 menit. Pengambilan sampel air limbah dilakukan pada *outlet* aerasi, *outlet* adsorpsi, dan *outlet* filtrasi dengan waktu pengambilan sampel tiap 30 menit.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa reaktor aerokarbonfilter mampu menurunkan konsentrasi COD dengan efisiensi penurunan sebesar 15,09% yang terjadi pada menit ke 0 dan NH₃ dengan efisiensi penurunan sebesar 86,08% yang terjadi pada menit ke 30. Penurunan ini karena proses aerasi dan filtrasi. Proses adsorpsi oleh zeolit tidak dapat menurunkan konsentrasi COD dan NH₃ karena limbah laboratorium terlalu pekat. Karena limbah laboratorium terlalu pekat sehingga merusak kerangka zeolit.

Kata Kunci: Limbah laboratorium, Reaktor Aerokarbonfilter, COD, *Amoniak* (NH₃).

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

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

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

**REDUCING AMONIA (NH₃) AND CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD)
CONCENTRATION IN WASTEWATER LABORATORY ISLAMIC
UNIVERSITY OF INDONESIA USING
AEROCARBONFILTER REACTOR**

Eko Siswoyo, ST¹⁾, Ir. H. Kasam, MT²⁾, Wahyu Mulyani³⁾

ABSTRACT

In a general process wastewater treatment basicly is a treatment to wastewater before that wastewater threw the environment, so that wastewater is not polluting its environmental receiver. Wastewater from laboratory is contain COD dan NH₃. Based main analyze, COD and NH₃ concentration in wastewater laboratory islamic university of Indoncsia is 1727.88 mg/lit dan 40 mg/lit, where that concentration more than standard. One of wastewater alternative treatment contain of COD and NH₃ by using aerokarbonfilter reactor. This reactor combination process from aeration, zeolite-adsorbtion and filtration used quartz sand. The purpose are to know does aerokarbonfilter reactor can decrease mercury concentration, and also to know how big efficiency of COD and NH₃ concentration decrease wastewater using aerokarbonfilter reactor and to know variation decreasing in the process of zeolit at variated time.

This methods of research that is did by flow the wastewater through aeration process, adsorbtion with zeolit, and also screening with sand quartz filtration. This reactor 30 cm has of lenght, and 30 cm of wide, total of the height is 135 cm, zeolite of thick 40 cm and sand filter is 32 cm and gravel of thick is 8 cm. The variated of sampling are began of 0, 30, 60, 90, 120 and 150 minute.

Result from research knows that aerokarbonfilter reactor can decreasing COD with efficiency was 15.09 %, that is happened at 0 minute and NH₃ with efficiency was 86.08 %, that is happened at 30 minute The decreasing caused by aeration and filtration processed. Absorption by using zeolit cannot decreasing the concentration of COD and NH₃. Because the wastewater too concentrated so that the framework of zeolit was broke.

Keyword: wastewater, Aerokarbonfilter reactor, COD and NH₃.

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

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

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

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, segala puji dan syukur hanya tertuju kepada Allah SWT. Semoga rahmat, salam dan berkah-Nya terlimpah kepada Nabi Muhammad SAW, para sahabat dan pengikutnya sampai akhir zaman.

Alhamduulillahirabbil'alamin Laporan Tugas Akhir dengan judul **“PENURUNAN KONSENTRASI NH₃ DAN COD PADA LIMBAH CAIR LABORATORIUM UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA MENGGUNAKAN REAKTOR AEROKARBONFILTER”**, dapat terselesaikan. Tugas akhir ini merupakan puncak dari seluruh kegiatan perkuliahan dalam mendapat predikat Sarjana Strata 1 Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

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

1. Allah SWT, Tuhan yang Maha Esa
2. Bapak Luqman Hakim, ST, Msi selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak IR. H. Kasam, MT. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.

4. Bapak Eko Siswoyo, ST. selaku Dosen Pembimbing II Tugas akhir, dan sekaligus selaku Koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan.
5. Bapak Hudori, ST dan Bapak Andik Yulianto, ST, selaku dosen Jurusan Teknik Lingkungan
6. Mas Agus Administrasi Jurusan Teknik Lingkungan.
7. Pak Tasyono dan Mas Iwan.....”makasih udah dibantuin selama di lab”
8. Untuk papa dan mama yang telah memberikan dukungan, doa dan kasih sayang yang tiada hentinya demi terwujudnya cita-citaku. “ini kado kecil buat papa dan mama...”
9. Untuk adik-adikku Ratna dan Wiwin atas perhatian dan doa yang tiada putusnya. “chayo sist,,,,,buruan selesein kuliahnya.....”
10. Untuk keluarga besarku di Pekanbaru, om dan tante-tanteku serta sepupu-sepupu kecilku yang telah mewarnai masa-masa liburanku.
11. Untuk A.Asgar.P atas doa, waktu, dukungan dan perhatian (canda, cerewet, nangis...) saat munk kuliah, “makasih a’ udah ngajarin munk tentang banyak hal.....”
12. Buat Yoga Gunawan “makasih buat waktu, doa, perhatian, dukungan, trus udah nganterin, terkadang nyebelin n sampe pendadaran kemaren msh nemenin munk. Singkat sih,,,,,tapi tetap ada yang tersisa. Chayo ya ga be the best....”
13. Buat Eno, “thanks buat 4 taun yang kita laluin bareng-bareng...seneng, sedih, marah, canda.....semuanya ga tergantikan....chayo sist taun depan giliran kamu....”

14. Buat Meia D.J “makasih mi....ud cerewet, nemenin blajar, nemenin bobo, bikinin maem, walo sesaat tapi smuanya begitu terkesan...”
15. Buat Pandega Martha Gg.Anggrek 166B “Mel.....(lets change ur life.....n makasih udah ngertiin munk y), Reni...(my datemate...bisa g ya dikerjain ultah bareng2 lg??), Eni n Lani (makasih ud sering2 dibikinin maem), Dani (be a girl...), Mb Re (thanks be my old sister).”
16. Buat Tika (ayo ke..slesein kuliah dulu baru nikah...n makasih ya udah dipinjemin sepatu hihi...), Kiki (hope u’ll find the best thing n thanks bwt advice-nya), Mba adek (langgeng n banyak anak ya), Mba Susi (cepat dapet jodoh ya), Riris (buruan cari pacar).....”thanks udah jadi sobat-sobat baruku moga qt bs ngerumpi mpe mlm lagi yak....”
17. Buat sahabat terbaikku M.Ali Akbar, M.Sofyan, Adi Farhan, Ruslan, Irvan Amirullah (bom-bom) “makasih udah ngebantuin munk ya n selalu dengerin curhat munk....”
18. Buat Hakim.....”thanks be my bro n ud maw denger curhatku”

19. Buat Arnis dan Wati thanks udah jadi partner yang baik.
20. Buat anak Dina, Linda, Yaya, Sally, Acong n Vita, Indah, Yana, all of ’02 environment engineering generation thanks ya buat 4 tahun ud kuliah bareng.....
21. Buat temen temen KKN SL 112 Adit, Iza, Moli, Dani, Eko, Zaldi, Zul, Taufik, Andung, Trisno. “Thanks ya....hang out bareng, dinner bareng, marah-marahan, jam karet pokoknya our friendship never end...”

22. Buat temen-temen baruku Babank, Febri, Wawan, Gani, Imam, Anggit, Mas Wien n Hany “makasih buat senyum dan candanya...”
23. Buat sodara-sodara terbaikku Boma, Anggi, Anjar “...kapan-kapan qt maen bareng lagi ya...”
24. Buat Yogyakarta....”untuk kota, makanan, pasar, pantai dan kenangan yang tertinggal. Wish someday i will back again to Jogja.”

Penulis menyadari bahwa sebagai manusia biasa tentu tidak luput dari kesalahan. Apabila terdapat suatu kesalahan itu merupakan suatu kealpaan dari saya dan apabila terdapat kebenaran itu hanya datang dari Allah SWT semata. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritikan dan masukan demi kesempurnaan Laporan Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis mengharapkan bahwa laporan ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam penilaian akhir dari Tugas Akhir ini, Amin....

وَالشُّكْرُ لِلَّهِ وَالرَّحْمَةُ لِلَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Yogyakarta, 11 November 2006

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
INTISARI	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii

BAB I PENDAHULUAN

1.1	Latar Belakang Masalah	1
1.2	Rumusan Masalah	3
1.3	Tujuan Penelitian	3
1.4	Manfaat Penelitian	4
1.5	Batasan Masalah	4
1.6	Sistematika Tugas Akhir	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1	Limbah Cair	6
2.1.1	Pengolahan Air Limbah atau Air Buangan	6
2.2	<i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	8
2.3	<i>Amoniak</i> (NH ₃)	9
2.4	Reaktor Aerokarbonfilter	11
2.5	Aerasi	12
2.5.1	Mekanisme Gas Transfer	13
2.5.2	Jenis-Jenis Aerasi	13
2.5.3	Aspek Teoritis dari Aerasi	15
2.6	Karbon Aktif	17
2.6.1	Karakteristik Karbon Aktif	18
	a. Pengolahan dengan karbon aktif serbuk (<i>powder</i>)	19
	b. Karbon aktif berbentuk butiran (<i>granular</i>)	19
2.6.3	Struktur Karbon Aktif	20
2.6.4	Daya Serap Karbon Aktif	21
2.6.5	Zeolit	23
2.6.5.1	Pengertian Dasar Zeolit	23
2.6.5.2	Struktur Zeolit	24
2.6.5.3	Sifat-sifat Zeolit	26
2.6.5.4	Jenis Zeolit	28
2.6.5.5	Aktivasi Zeolit	29
2.6.5.6	Manfaat Zeolit	29

2.7	Filtrasi	31
2.7.1	Pengertian Filtrasi	31
2.7.2	Tipe Filtrasi	32
2.7.3	Mekanisme Filtrasi	34
2.7.4	Media Filtrasi	35

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Lokasi Penelitian	39
3.2	Obyek Penelitian	39
3.3	Jenis Penelitian	39
3.4	Metode Pengumpulan Data	39
3.5	Variabel Penelitian	40
3.6	Dimensi Reaktor	40
3.7	Pelaksanaan Penelitian	41
3.7.1	Tahap Persiapan	41
3.7.2	Tahap Pelaksanaan Penelitian	43
3.7.2.1	Pengoperasian Instalasi	43
3.7.2.2	Pemeriksaan Parameter	44
3.7.2.3	Analisa Hasil Penelitian	44
3.7.2.4	Menghitung Efisiensi	44
	A. Efisiensi Tray Aerasi	45
	B. Efisiensi Karbon Aktif	45
	C. Efisiensi <i>Sand Filter</i>	45

	D. Efisiensi <i>Aerokarbonfilter</i>	46
3.7.3	Diagram Alir Penelitian	46
3.7.4	Gambar Reaktor	48

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Penurunan konsentrasi COD dan NH ₃ pada proses aerasi, adsorpsi dan filtrasi terhadap variasi waktu percobaan	51
4.1.1	Penurunan Konsentrasi Chemical Oxygen Demand (COD)	51
4.1.1.1	Penurunan Konsentrasi COD Inlet terhadap proses Aerasi	53
4.1.1.2	Penurunan konsentrasi COD inlet keluaran dari proses aerasi terhadap proses adsorpsi dengan pasir zeolit	54
4.1.1.3	Penurunan konsentrasi COD inlet terhadap proses filtrasi dengan menggunakan pasir kuarsa dan kerikil	56
4.1.2	Konsentrasi dan efisiensi total reaktor antara inlet awal dengan outlet filtrasi pada reaktor <i>Aerokarbonfilter</i>	57
4.1.3	Penurunan Konsentrasi Amoniak (NH ₃)	59
4.1.3.1	Penurunan Konsentrasi NH ₃ Inlet terhadap proses Aerasi	60
4.1.3.2	Penurunan konsentrasi NH ₃ inlet keluaran dari proses aerasi terhadap proses adsorpsi dengan pasir zeolit	62
4.1.3.3	Penurunan konsentrasi COD inlet terhadap proses filtrasi dengan menggunakan pasir kuarsa dan kerikil	63
4.1.4	Konsentrasi dan efisiensi total reaktor antara Inlet awal dengan outlet filtrasi pada reaktor <i>Aerokarbonfilter</i>	63

4.2	Analisa Statistik	66
4.2.1	Analisa Statistik Konsentrasi COD	67
4.2.1.1	Analisa COD inlet terhadap aerasi dengan ANOVA	67
4.2.1.2	Analisa COD inlet terhadap zeolit dengan ANOVA	70
4.2.1.3	Analisa COD inlet terhadap filtrasi dengan ANOVA	73
4.2.2	Analisis Statistik Konsentrasi NH₃	76
4.2.2.1	Analisa NH₃ inlet terhadap aerasi dengan ANOVA	76
4.2.2.2	Analisa NH₃ inlet terhadap zeolit dengan ANOVA	80
4.2.2.3	Analisa NH₃ inlet terhadap filtrasi dengan ANOVA	83

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	87
5.2	Saran	88

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan konstruksi dan operasi filter pasir lambat dan filter pasir cepat	33
Tabel 3.1	Dimensi Reaktor	41
Tabel 4.1	Hubungan waktu dengan konsentrasi COD terhadap proses Aerasi, Pasir Zeolit, dan Filtrasi	52
Tabel 4.2	Konsentrasi dan efisiensi total reaktor untuk parameter COD antara inlet dengan outlet filtrasi	57
Tabel 4.3	Hubungan waktu dengan konsentrasi NH_3 terhadap proses Aerasi, Pasir Zeolit, dan Filtrasi	59
Tabel 4.4	Konsentrasi dan efisiensi total reaktor untuk parameter NH_3 antara inlet dengan outlet filtrasi	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tetrahedra alumina dan silika (TO_4) pada struktur zeolit	25
Gambar 2.2	<i>Mechanical Straining</i> dan <i>physical adsorption</i>	32
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	47
Gambar 3.2	Reaktor Aerokarbonfilter	49
Gambar 4.1	Grafik perbandingan konsentrasi COD dengan waktu terhadap media proses	52
Gambar 4.2	Grafik konsentrasi COD pada inlet dan outlet akhir pada berbagai variasi waktu percobaan	58
Gambar 4.3	Grafik efisiensi konsentrasi COD pada berbagai waktu pada proses aerokarbonfilter	58
Gambar 4.4	Grafik perbandingan konsentrasi NH_3 dengan waktu terhadap media proses	60
Gambar 4.5	Grafik konsentrasi NH_3 pada inlet dan outlet akhir pada berbagai variasi waktu percobaan	65
Gambar 4.6	Grafik efisiensi konsentrasi NH_3 pada berbagai waktu pada proses aerokarbonfilter	65

DAFTAR LAMPIRAN

1. **LAMPIRAN I**
METODE PENGUJIAN AMONIAK (NH_3) SNI
METODE PENGUJIAN CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD) SNI
 2. **LAMPIRAN II**
HASIL UJI NH_3 DAN COD DI LABORATORIUM KUALITAS
LINGKUNGAN JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN UNIVERSITAS
ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA
 3. **LAMPIRAN III**
PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA NOMOR 82
TAHUN 2001 TENTANG PENGELOLAAN KUALITAS AIR DAN
PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR
 4. **LAMPIRAN IV**
DOKUMENTASI PENELITIAN
-

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Secara umum proses pengolahan limbah cair pada dasarnya adalah suatu perlakuan tertentu terhadap limbah cair sebelum limbah tersebut dibuang ke lingkungan, sehingga limbah tersebut tidak mengganggu media/lingkungan penerimanya. Keberadaan laboratorium-laboratorium di Yogyakarta berpotensi menimbulkan pencemaran, mengingat besarnya pemakaian bahan-bahan kimia dalam reagen. Kegiatan praktikum di laboratorium Universitas Islam Indonesia adalah merupakan salah satu sumber limbah, dimana kegiatan praktikum yang dilakukan sebagian besar menggunakan bahan kimia yang sangat berbahaya bagi lingkungan apabila limbah yang dihasilkan tidak diolah terlebih dahulu sebelum dibuang.

Selama ini penanganan limbah yang dilakukan oleh pihak laboratorium yaitu hanya dengan menampung limbah tersebut, oleh karena itu perlu adanya alternatif lain dalam pengolahannya. Berdasarkan pengujian yang dilakukan di pusat pelatihan dan pengembangan teknologi maju – BATAN Yogyakarta diketahui bahwa limbah laboratorium Universitas Islam Indonesia terdiri dari bahan-bahan organik maupun anorganik. Bahan-bahan tersebut jika dibuang ke badan air maupun lingkungan di sekitarnya dapat menurunkan kualitas air dan lingkungan.

Berdasarkan P3TM-BATAN pada limbah cair laboratorium konsentrasi untuk parameter COD adalah sebesar $45,000 \pm 1.124$ mg/L dan NH_3 sebesar 0.360 ± 0.007 mg/L. Konsentrasi tersebut melebihi ambang batas menurut Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air kelas II dimana konsentrasi COD sebesar 25 mg/L dan NH_3 sebesar 1 mg/L.

COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organis yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air.

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

Untuk mencegah terjadinya pencemaran terhadap lingkungan maka dicari alternatif yang dapat mengurangi atau menghilangkan konsentrasi COD dan NH_3 yang tinggi yang dapat membahayakan dari air buangan itu. Salah satu cara pengolahan air limbah itu dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi aerasi, adsorben (zeolit), dan pasir filter. Teknologi ini merupakan reaktor dengan kombinasi beberapa unit pengolahan yang disusun menjadi satu kesatuan yaitu aerasi, karbon aktif, dan filtrasi (*Aerokarbonfilter*).

Dengan adanya kontak dengan udara pada proses aerasi diharapkan dapat menurunkan konsentrasi COD dan NH_3 . Karbon aktif (zeolit) yang memiliki ruang pori-pori yang sangat banyak dengan ukuran tertentu berfungsi untuk

menghilangkan polutan mikro. Karbon aktif (zeolit) juga merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan sebagai media adsorpsi-filtrasi dalam menurunkan parameter bahan organik yang terkandung dalam limbah laboratorium. Sedangkan filter pasir adalah berfungsi untuk menurunkan tingkat kekeruhan serta memisahkan antara zat padat dan zat kimia yang terkandung dalam air limbah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang ada, maka dapat disusun rumusan masalah sebagai berikut :

- a. Apakah reaktor aerokarbonfilter (aerasi, karbon aktif, dan filter) dapat menurunkan konsentrasi COD dan NH_3 dalam limbah cair laboratorium Universitas Islam Indonesia dan seberapa besar efisiensi penurunannya.
- b. Berapa besar variasi penurunan konsentrasi COD dan NH_3 tiap periode waktu terhadap proses zeolit.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Untuk mengetahui kemampuan dan efisiensi reaktor aerokarbonfilter dalam menurunkan konsentrasi COD dan NH_3 dalam limbah cair laboratorium Universitas Islam Indonesia.
- b. Untuk mengetahui variasi penurunan konsentrasi COD dan NH_3 tiap periode waktu terhadap proses zeolit.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian diatas, maka manfaat yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah :

- a. Memberikan alternatif teknologi baru yang dapat digunakan untuk mengolah limbah cair laboratorium UII Yogyakarta terutama dalam penurunan konsentrasi COD dan NH_3 .
- b. Sebagai bahan kajian lebih lanjut, untuk pengolahan terhadap beberapa parameter lain yang sejenis.
- c. Menciptakan produk yang ramah lingkungan

1.5 Batasan Masalah

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

- a. Air limbah yang diambil adalah campuran dari laboratorium terpadu dengan laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.
- b. Reaktor yang digunakan adalah reaktor yang susunannya terdiri atas aerasi, karbon aktif, dan filter pasir.
- c. Jenis karbon aktif yang digunakan adalah zeolit.
- d. Jenis pengaliran limbah yaitu secara Kontinyu
- e. Parameter yang diukur adalah COD dan NH_3 dengan variasi waktu pengambilan sampel 0 menit, 30 menit, 60 menit, 90 menit ,120 menit dan 150 menit.

1.6 Sistematika Tugas Akhir

Pada tugas akhir ini dibagi dalam lima bab yang dimaksudkan untuk memberikan suatu kerangka tentang isi dari tugas akhir ini, sehingga dapat dihubungkan antara bab yang satu dengan yang lainnya. Sistematika penulisan Tugas Akhir secara garis besar adalah sebagai berikut :

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini merupakan pengantar permasalahan yang dibahas, seperti latar belakang masalah, identifikasi masalah, perumusan masalah, identifikasi masalah, tujuan penelitian dan manfaat penelitian.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini merupakan penjelasan mengenai teori – teori yang dipergunakan sebagai landasan untuk pemecahan permasalahan.

BAB III. METODE PENELITIAN

Bab ini berisikan mengenai metode – metode yang digunakan oleh peneliti dalam melakukan penelitian, mulai dari pengumpulan data sekunder dan primer, sampai pada tahapan pengerjaan.

BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan data – data hasil sampling, hasil pengolahan data dengan berbagai metode perhitungan yang diperoleh dari analisa laboratorium.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan bagian terakhir yang berisikan kesimpulan dari hasil penelitian dan saran yang dianjurkan untuk pengembangan penelitian yang selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Cair

Air limbah diartikan sebagai kejadian masuknya atau dimasukkannya benda padat, cair dan gas ke dalam air dengan sifatnya berupa endapan atau padat, padat tersuspensi, terlarut, koloid, emulsi yang menyebabkan air dimaksud harus dipisahkan atau dibuang dengan sebutan air buangan (Tjokrokusumo, 1995).

Badan air yang telah terkena pencemaran baik fisik, kimia, maupun biologis pada umumnya akan mengalami pemurnian air secara alami. Pemurnian dari bahan harus memerlukan waktu dan panjang aliran tertentu dengan derajat pencemaran yang terjadi. Apabila suatu limbah ditampung dan dibuang begitu saja tanpa mengalami proses pengolahan ataupun pemurnian secara alami, akibatnya adalah adanya perembesan limbah yang sudah tercemar tersebut kedalam air tanah atau perairan sekitarnya apabila kolam penampung limbah tidak terbuat dari bahan kedap air (Pramiyati, 1992).

2.1.1 Pengolahan Air Limbah atau Air Buangan

Manusia tidak mungkin dapat mencegah dihasilkannya bahan limbah, yang dapat diusahakan hanyalah mengurangi bahan limbah yang dihasilkannya. Dengan demikian maka manusia harus mencari solusi bagaimana cara pengolahan bahan limbah yang paling efisien (Djajadiningrat, 1992).

Pengolahan adalah usaha memperbaiki kualitas air buangan yang bertujuan melindungi kesehatan masyarakat menghindari gangguan terhadap badan air dan menghindari kerusakan-kerusakan lainnya. Proses pengelolaan limbah cair dapat dilakukan melalui beberapa cara yaitu secara fisik, kimia dan biologi. Proses pengolahan limbah cair dilakukan sesuai dengan karakteristik limbah cair.

Berdasarkan karakteristik air, pengolahan air buangan telah dikembangkan dengan berbagai teknik yaitu :

1. Pengolahan secara fisik

Pengolahan secara fisik dimaksudkan untuk bahan-bahan tersuspensi berukuran besar dan mudah mengendap atau bahan-bahan terapung disisihkan terlebih dahulu. Pengolahan yang dilakukan antara lain : penyaringan kasar (*screen*), pencampuran (*mixing*), flokulasi (*flocculation*), pengendapan (*sedimentation*), pengapungan (*flotation*), penyaringan (*filtration*) merupakan proses pendahuluan untuk menyisihkan bahan tersuspensi dari air limbah.

2. Pengolahan secara kimia

Pengolahan secara kimia bertujuan untuk menghilangkan partikel yang tidak mudah mengendap. Pengolahan ini memerlukan bahan kimia untuk menyisihkan bahan polutan. Hasil akhir proses pengolahan biasanya merupakan endapan yang kemudian dipisahkan secara fisika.

3. Pengolahan secara biologis

Pengolahan secara biologis memanfaatkan mikroorganisme yang berada dalam air untuk memisahkan bahan-bahan polutan. Dalam hal ini terjadi konversi bahan polutan menjadi sel mikroorganisme yang terbentuk.

2.2 *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Chemical Oxygen Demand (COD) adalah sejumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasikan secara biologis (*biodegradable*) maupun yang sukar didegradasi secara biologis (*non biodegradable*) menjadi CO_2 dan H_2O . Pada prosedur penentuan COD, oksigen yang dikonsumsi setara dengan jumlah dikromat yang diperlukan untuk mengoksidasikan air sampel (Boyd, 1988).

Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air.

Analisa COD didasarkan pada kenyataan bahwa hampir semua bahan organik dapat dioksidasikan menjadi karbondioksida dan air dengan bantuan oksidator kuat (Kalium dikromat / $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) dalam suasana asam. Dengan menggunakan dikromat sebagai oksidator, diperkirakan sekitar 95% - 100% bahan organik dapat dioksidasi.

Meskipun demikian, terdapat juga bahan organik yang tidak dapat dioksidasi dengan metode ini, misalnya piridin dan bahan organik yang bersifat sangat mudah menguap (*volatile*). Glukosa dan lignin dapat dioksidasi secara sempurna.

Asam amino dioksidasi menjadi ammonia nitrogen. Nitrogen organik dioksidasi menjadi nitrat.

Pengukuran kadar bahan organik yang tidak dapat didegradasi secara biologis dapat dilakukan secara langsung dengan parameter *Total Organic Carbon* (TOC).

Pada penentuan COD, kalium dikromat yang ditambahkan harus melebihi kebutuhan untuk mengoksidasi bahan organik. Kelebihan oksidator ini dititrasi kembali untuk mengetahui oksidator yang sesungguhnya terpakai. Asam lemak (*fatty acids*) dan hidrokarbon aromatik tidak dapat dioksidasi oleh kalium dikromat.

Kalium dikromat dapat mengoksidasi bahan organik secara sempurna apabila berlangsung dalam suasana asam dan suhu tinggi. Oleh karena itu, bahan-bahan mudah menguap (*volatile*) yang terdapat dalam air akan menguap selama proses oksidasi berlangsung, jika tidak dilakukan pencegahan. Salah satu cara untuk mencegah terjadinya penguapan bahan-bahan mudah menguap ini adalah dengan menggunakan kondensor reflux. Pada metode reflux, air sampel dapat dididihkan tanpa kehilangan bahan-bahan mudah menguap.

2.3 *Amoniak* (NH_3)

Amoniak (NH_3) merupakan senyawa nitrogen yang menjadi NH_4^+ pada pH rendah dan disebut ammonium. *Amoniak* sendiri berada dalam keadaan tereduksi (-3). *Amoniak* dalam air permukaan berasal dari air seni dan tinja juga dari oksidasi zat organik secara mikrobiologis, yang berasal dari air alam atau air

buangan industri dan penduduk. *Amoniak* (NH_3) dan garam-garamnya bersifat mudah larut dalam air. *Amoniak* banyak digunakan dalam proses produksi urea, industri bahan kimia (asam nitrat, amonium fosfat, amonium nitrat, dan amonium sulfat), serta industri bubur kertas dan kertas (*pulp* dan *paper*). Sumber *Amoniak* di perairan adalah pemecahan nitrogen organik (protein dan urea) dan nitrogen anorganik yang terdapat di dalam tanah dan air, yang berasal dari dekomposisi bahan organik (tumbuhan dan biota akuatik yang telah mati) oleh mikroba dan jamur. Proses ini dikenal dengan istilah amonifikasi.

Reduksi nitrat (denitrifikasi) oleh aktivitas mikroba pada kondisi anaerob, yang merupakan proses yang biasa terjadi pada pengolahan limbah, juga menghasilkan gas *Amoniak* dan gas-gas lain, misalnya N_2O , NO_2 , NO dan N_2 (Novotny dan Olem, 1994).

Tinja dari biota akuatik yang merupakan limbah aktivitas metabolisme juga banyak mengeluarkan *Amoniak*. Sumber *Amoniak* yang lain adalah reduksi gas nitrogen yang berasal dari proses difusi udara atmosfer, limbah industri, dan domestik. *Amoniak* yang terdapat dalam mineral masuk ke badan air melalui erosi tanah. di perairan alami, pada suhu dan tekanan normal *Amoniak* berada dalam bentuk gas dan membentuk kesetimbangan dengan gas amonium.

Selain terdapat dalam bentuk gas, *Amoniak* membentuk kompleks dengan beberapa ion logam. *Amoniak* juga dapat terserap ke dalam bahan-bahan tersuspensi dan koloid sehingga mengendap di dasar perairan. *Amoniak* di perairan dapat menghilang melalui proses volatilisasi karena tekanan parsial *Amoniak* dalam larutan meningkat dengan semakin meningkatnya pH. Hilangnya

Amoniak ke atmosfer juga dapat meningkat dengan meningkatnya kecepatan angin dan suhu.

Amoniak yang terukur di perairan berupa amonia total (NH_3 dan NH_4^+). *Amoniak* bebas tidak dapat terionisasi, sedangkan amonium (NH_4^+) dapat terionisasi. Persentase *Amoniak* bebas meningkat dengan meningkatnya nilai pH dan suhu perairan. Pada pH 7 atau kurang, sebagian besar *Amoniak* akan mengalami ionisasi. Sebaliknya, pada pH lebih besar dari 7, *Amoniak* tak terionisasi yang bersifat toksik terdapat dalam jumlah yang lebih banyak.

Amoniak bebas (NH_3) yang tidak terionisasi bersifat toksik terhadap organisme akuatik. Toksisitas *amoniak* terhadap organisme akuatik akan meningkat jika terjadi penurunan kadar oksigen terlarut, pH, dan suhu. Avertebrata air lebih toleran terhadap toksisitas *Amoniak* dari pada ikan. Ikan tidak dapat bertoleransi terhadap kadar *Amoniak* bebas yang terlalu tinggi karena dapat mengganggu proses pengikatan oksigen oleh darah dan pada akhirnya dapat mengakibatkan sufokasi. Akan tetapi, *Amoniak* bebas ini tidak dapat diukur secara langsung.

2.4 Reaktor Aerokarbonfilter

Reaktor yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan prinsip-prinsip dari beberapa unit pengolahan, yaitu aerasi, karbon aktif dan filtrasi yang dikombinasikan menjadi satu unit kesatuan. Reaktor ini merupakan reaktor baru yang belum pernah ada dan diharapkan dari penelitian ini dapat diketahui tingkat efektifitasnya dalam menurunkan konsentrasi COD dan NH_3 .

2.5 Aerasi

Adalah fenomena fisik dimana terjadi pertukaran molekul-molekul gas diudara dengan cairan pada *gas-liquid interface*. Pertukaran tersebut menyebabkan konsentrasi molekul gas di dalam cairan mencapai titik jenuh. Karena pertukaran gas hanya terjadi pada permukaan (*interface*) atau bidang pemisah, maka proses tersebut harus dilakukan dengan kontak sebanyak-banyaknya antara ke dua permukaan tersebut. Selama fase cair ini tidak jenuh oleh gas dibawah kondisi seperti tekanan, temperatur (adsorpsi gas) dan mengurangi konsentrasi bilamana fase cair terlalu jenuh yaitu desorpsi, presipitasi, atau *stripping gas*. Transfer gas ini dihasilkan dengan membuat udara dan air memasuki kontak secara dekat, yaitu dengan aerasi atau pengudaraan (Walker, 1978).

Aerasi bertujuan untuk (Agustjik, 1991) :

1. Mengurangi *taste and odor*
2. Mengurangi sifat korosif air (CO₂)
3. Menghilangkan gas-gas terlarut yang tidak dikehendaki (H₂S, NH₃, VOC)
4. Oksidasi senyawa-senyawa terlarut dalam air (Fe, Mn dll).
5. Penambahan jumlah oksigen
6. Penurunan jumlah karbon dioksida (CO₂)
7. Menghilangkan hidrogen sulfida (H₂S), metan (CH₄) dan berbagai senyawa organik yang bersifat volatile (menguap) yang berkaitan untuk rasa dan bau.

2.5.1 Mekanisme Gas Transfer

Gas-gas yang terlarut di dalam bahan cair akan mencari kondisi *equilibrium* atau seimbang. Konsentrasi gas yang terlarut di dalam bahan cair pada keadaan setimbang disebut nilai penjumlahan. Nilai penjumlahan gas bergantung pada temperatur bahan cair, tekanan gas sebagian, dan konsentrasi bahan-bahan padat yang terlarut dalam pada bahan cair. Nilai penjumlahan secara langsung seimbang dengan dengan tekanan sebagian dan secara terbalik seimbang dengan temperatur dan konsentrasi bahan-bahan padat terlarut.

Perbedaan antara nilai penjumlahan dan konsentrasi aktual memberikan kekuatan dorong untuk pertukaran gas-gas dari sifat gas menjadi sifat terlarut dan demikian pula sebaliknya. Tingkat pertukaran secara langsung seimbang dengan perbedaan antara konsentrasi aktual dan nilai penjumlahan.

Pengambilan zat pencemar yang terkandung di dalam air merupakan tujuan pengolahan air. Penambahan oksigen adalah salah satu usaha dari pengambilan zat pencemar tersebut, sehingga konsentrasi zat pencemar akan berkurang atau bahkan dapat dihilangkan sama sekali. Zat yang diambil dapat berupa gas, cairan, ion, koloid atau bahan tercampur.

2.5.2 Jenis-Jenis Aerasi

1. *Gravity aerator*

Gravity aerator menggunakan bendungan (*weirs*), air terjun (*water falls*), air terjun kecil (*cascades*), bidang miring dengan piringan penderas, menara vertikal dengan udara yang naik, menara piringan yang dilubangi (*perforated*

filled towers), atau *packed towers filled* dengan media kontak seperti *coke* atau batu (*stone*), diantaranya :

a. *Multiple Tray aerator*

Aerator ini perlengkapannya sangat sederhana dan persiapannya tidak mahal serta menempati ruang yang sangat sempit. Tipe ini terdiri dari 4-8 tray dengan lubang dibagian bawah pada interval 30-50 cm. Lubang air dibuat sama dengan tray yang di atasnya, dan aliran kebawahnya rata-rata sekitar 0,02 m³/detik. Air diterjunkan dan dikumpulkan lagi pada tiap-tiap tray. Tray dapat dibuat dari beberapa bahan yang sesuai seperti papan asbes yang berlubang-lubang, pipa-pipa plastik dengan diameter kecil atau bilah-bilah kayu yang disusun paralel (Agustjik, 1991).

b. *Cascade aerator*

Aerator ini terdiri dari 4-6 anak tangga, ketinggian masing-masing sekitar 10 cm dengan kapasitas sekitar 0,01 m³/detik. Untuk turbulensi dan meningkatkan efisiensi aerasi, rintangan-rintangan seringkali ditempatkan pada ujung tiap anak tangga. Dibandingkan dengan *tray aerator* memerlukan ruang yang lebih luas tetapi mempunyai *headloss* lebih rendah (Holden, 1970).

c. *Multiple platform aerator*

Aerator ini menggunakan prinsip yang sama dengan *cascade aerator*. Piringan berlapis (*platform*) untuk terjunan air dibuat terbuka sehingga air dapat kontak dengan udara.

2. *Spray aerator*

Merupakan aerasi yang dapat menghasilkan semprotan air, sehingga yang jatuh keluar akan berupa butiran-butiran. Hal ini sangat menguntungkan karena air yang dihasilkan semakin kecil, karena dengan butiran yang kecil ke permukaan air yang kontak langsung dengan udara semakin luas.

3. *Diffused-air aerator*

Tipe ini terdiri dari sebuah basin dengan pipa-pipa perlokasi, tabung-tabung porous yang digunakan untuk memompakan udara yang akan dilewatkan ke air, sehingga air tersebut teraerasikan. Tingkat terjadinya gelembung-gelembung itu banyak dipengaruhi oleh *spray aerator*, tetapi meskipun demikian udara harus ditekan diatas tekanan kedalaman air dimana difusi itu ditetapkan.

4. *Mechanical aerator*

Aerator tipe ini terdiri dari sebuah propeler seperti daun pengaduk terpasang pada ujung sumbu vertikal yang dikendalikan oleh sebuah motor. Akibat putaran daun pengaduk yang cepat di dalam air, maka terjadi pencampuran antara udara dan air. Tipe-tipe aerator mekanik pada umumnya yaitu aerator permukaan (tipe air ke dalam udara), aerator rendam (tipe udara ke dalam air), dan aerator kombinasi.

2.5.3 Aspek Teoritis Dari Aerasi

Kelarutan molekul gas ke dalam cairan tergantung pada :

a. Sifat gas yang bersangkutan

- b. Konsentrasi gas pada fase gas, dimana tergantung pada tekanan relatif 'p' pada fase gas
- c. Temperatur
- d. Impurities

Rumus Aerasi

$$(C_s - C_e) = (C_s - C_o)e^{-KLa \cdot t} \quad 2.1$$

dimana :

KLa = Koefisien mass transfer, l/s

C_s = Konsentrasi jenuh, mg/l

C_e = Konsentrasi pada saat t, mg/l

C_o = Konsentrasi pada saat t = 0, mg/l

Hal-hal yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan unit aerasi adalah :

1. Kecepatan gas transfer berbanding langsung dengan luas kontak per unit volume. Peralatan aerasi yang ideal akan memaksimalkan luas kontak. Misal untuk aerator cascade, terjunan yang lebih tinggi akan meningkatkan luas kontak. Untuk spray aerator, nozle yang menghasilkan butiran yang lebih kecil memberikan luas kontak yang lebih besar.
2. Kecepatan transfer gas juga berbanding langsung dengan waktu kontak, sehingga unit aerator harus memperbesar waktu kontak.
3. Kecepatan transfer gas terhadap perbedaan antara konsentrasi jenuh dan konsentrasi awal dari gas ($C_s - C_o$). Konsentrasi jenuh tergantung pada faktor-faktor yang telah disebutkan diatas.

2.6 Karbon Aktif

Karbon aktif adalah karbon yang diproses sedemikian rupa sehingga pori-porinya terbuka, dan dengan demikian akan mempunyai daya serap yang tinggi. Karbon aktif merupakan karbon yang akan membentuk amorf, yang sebagian besar terdiri dari karbon bebas serta memiliki permukaan dalam (*internal surface*), sehingga mempunyai daya serap yang lebih baik. Keaktifan menyerap dari karbon aktif ini tergantung dari jumlah senyawa karbonnya yang berkisar antara 85%-95% karbon bebas.

Karbon aktif berwarna hitam, tidak berbau, tidak berasa, dan mempunyai daya serap yang jauh lebih besar dibandingkan dengan karbon yang belum menjalani proses aktivasi, serta mempunyai permukaan yang luas, yaitu antara 300 sampai 2000 m²/gram. Luas permukaan yang luas disebabkan karbon mempunyai permukaan dalam (*internal surface*) yang berongga, sehingga mempunyai kemampuan menyerap gas dan uap atau zat yang berada didalam suatu larutan.

Karbon aktif digunakan pertama kali pada pengolahan air dan air limbah untuk mengurangi material organik, rasa, bau dan warna (Culp, RL dan Culp, GL, 1986). Karbon aktif juga sering digunakan untuk mengurangi kontaminan organik, partikel kimia organik sintetis (SOCs), tapi karbon aktif juga efektif untuk mengurangi kontaminan inorganik seperti radon-222, merkuri, dan logam beracun lainnya (Ronald L, 1997). Proses karbon aktif merupakan salah satu proses penyaringan air limbah terutama setelah mengalami proses biologi atau proses fisika kimia.

2.6.1 Karakteristik Karbon Aktif

Ada beberapa karakteristik yang penting di dalam pengolahan air limbah diantaranya luas permukaan, kerapatan partikel, densitas unggun (*bulk density*), ukuran efektif, volume pori, analisa ayakan, kadar abu, angka iodium, kadar air dan distribusi ukuran pori (Culp, RL dan Culp, GL, 1986).

Ukuran partikel dan luas permukaan merupakan hal yang penting dalam karbon aktif. Ukuran partikel karbon aktif mempengaruhi kecepatan adsorpsi, tetapi tidak mempengaruhi kapasitas adsorpsi yang berhubungan dengan luas permukaan karbon (Cheremisinof, 1978). Jadi kecepatan adsorpsi yang menggunakan karbon aktif serbuk (*powder*) lebih besar daripada karbon aktif butiran (*granular*). Luas permukaan total mempengaruhi kapasitas adsorpsi total sehingga meningkatkan efektifitas karbon aktif dalam penyisihan senyawa organik dalam air buangan.

Ukuran partikel tidak terlalu mempengaruhi luas permukaan total sebagian besar meliputi pori-pori partikel karbon. Struktur pori-pori karbon aktif mempengaruhi perbandingan antara luas permukaan dan ukuran partikel.

Struktur pori adalah faktor utama dalam proses adsorpsi. Distribusi ukuran pori menentukan molekul yang masuk dalam partikel karbon untuk diadsorp.

Ada dua macam pori dalam partikel karbon aktif yaitu *mikropore* dengan diameter 10-1000 Å dan *makropore* dengan diameter >1000 Å (Cheremisinof, 1978).

Setelah aktivasi karbon, karbon aktif bisa diklasifikasikan menjadi dua jenis yang mempunyai ukuran partikel yang berbeda dengan kapasitas adsorpsi

yang berbeda pula, yakni *powder* jika ukuran karbon aktif lebih kecil dari 200 mesh dan granular jika diameter karbon aktif berukuran lebih besar dari 0.1 mm (Metcalf dan Eddy, 1991).

a. Pengolahan dengan karbon aktif serbuk (*powder*).

Karbon aktif ini berbentuk serbuk dan luas permukaannya lebih besar dibandingkan dengan karbon aktif butiran, sehingga kecepatan adsorpsinya juga menjadi lebih besar (A.Abrams, et al, 1966). Karbon aktif serbuk dapat digunakan secara langsung pada proses fisik dan kimia. Setelah beberapa lama terjadi kontak maka karbon akan mengendap pada dasar bak pengolahan (Tchobanoglous, 1983).

Penggunaan karbon aktif disini dilakukan dengan cara menaburkan bubuk ini ke dalam saluran yang berasal dari pengolahan biologis. Pengontakkan ini biasanya diletakkan pada bak tertentu, setelah bubuk tercampur maka gaya beratnya akan mengendap dengan membawa partikel terlarut dan partikel tercampur. Agar menjadikan bahan ini lebih ekonomis, maka karbon aktif dapat dipergunakan kembali setelah dipakai dengan cara melakukan oksidasi dengan tekanan tinggi. Pada proses regenerasi ini biasanya karbon aktif akan hancur sebanyak 5-10%. Karbon aktif jenis ini yang paling sulit untuk regenerasi.

Salah satu kerugian menggunakan karbon aktif berbentuk bubuk adalah kemungkinan terjadinya penyumbatan lebih besar karena karbon aktif bercampur dengan bubuk.

b. Karbon aktif berbentuk butiran (*granular*).

Karbon aktif berbentuk *granular* ditetapkan dalam ukuran mesh. Kecepatan adsorpsinya lebih kecil di bandingkan dengan karbon aktif berbentuk

serbuk karena luas permukaan totalnya lebih sedikit dibandingkan karbon aktif berbentuk serbuk, dimana luas permukaan total akan mempengaruhi kapasitas adsorpsi. Karbon aktif berbentuk *granular* dipakai untuk memisahkan kontaminan dalam air buangan seperti phenol, insektisida, trinitrotolune (TNT), detergen, warna dan logam berat lainnya (A. Abrams, et al, 1996).

Adsorpsi dengan menggunakan karbon aktif butiran (*granular*) dapat menggunakan sistem batch, column atau fluidized bed. Sistem kontak yang umum digunakan adalah fixed bed atau *contercurrent moving hed* (reynold, 1982).

Kelebihan dari pemakaian karbon aktif *granular* adalah :

1. Pengoperasian mudah karena air mengalir dalam media karbon.
2. Proses berjalan cepat karena ukuran butiran karbonnya lebih besar.
3. Karbon aktif tidak bercampur dengan lumpur sehingga dapat di regenerasi.

Kerugiannya adalah :

1. Perlu tambahan unit pengolahan lagi yaitu filter.
2. Luas permukaan kontak persatuan berat lebih kecil karena ukuran butiran karbon besar.

2.6.3 Struktur Karbon Aktif

Sifat adsorpsi karbon aktif tidak hanya ditentukan oleh struktur porinya, tetapi ditentukan juga oleh komposisi kimianya. Misalnya ketidakteraturan struktur mikrokristal elementer, karena adanya lapisan karbon yang terbakar tidak sempurna (terbakar sebagian), akan mengubah susunan awan elektron dalam

rangka karbon. Akibatnya akan terjadi elektron tak berpasangan, keadaan ini akan mempengaruhi sifat adsorpsi karbon aktif, terutama senyawa polar atau yang dapat terpolarisasi. Jenis ketidakaturan yang lain adalah adanya hetero atom di dalam struktur karbon.

Karbon aktif mengandung elemen-elemen yang terikat secara kimia, seperti oksigen dan hidrogen. Elemen-elemen ini dapat berasal dari bahan baku yang tertinggal akibat tidak sempurnanya proses karbonisasi, atau pula dapat terikat secara kimia pada proses aktivasi. Demikian pula adanya kandungan abu yang bukan bagian organik dari produk. Untuk tiap-tiap jenis karbon aktif kandungan abu dan komposisinya ada bermacam-macam. Adsorpsi elektrolit dan non elektrolit dari larutan dari karbon aktif, juga dipengaruhi oleh adanya sejumlah kecil abu. Adanya oksigen dan hidrogen mempunyai pengaruh besar pada sifat-sifat karbon aktif. Elemen-elemen ini berkombinasi dengan atom-atom karbon membentuk gugus-gugus fungsional tertentu. Gugus yang biasanya terdapat pada permukaan atom adalah : (1) gugus karboksilat, (2) gugus hidroksi fenol, (3) gugus kuinon tipe karbonil (4) normal lakton, (5) lakton tipe fluoresein, (6) asam karboksilat anhidrit dan peroksida siklis.

2.6.4 Daya Serap Karbon Aktif.

Proses adsorpsi terjadi pada bagian permukaan antara padatan-padatan, padatan-cairan, cairan-cairan, atau cairan-gas. Adsorpsi dengan bahan padat seperti karbon, tergantung pada luas permukaannya.

Sifat daya serap karbon aktif terbagi atas dua jenis, yaitu daya serap fisika dan daya serap kimia. Keduanya dapat terjadi atau tidaknya perubahan kimia yang terjadi antara zat yang mengadsorpsi (adsorben). Beberapa teori yang menerangkan tentang gejala daya serap yang sebenarnya, belum cukup untuk mengemukakan tentang terjadinya daya serap pada karbon aktif.

Karbon aktif dapat menyerap senyawa organik maupun anorganik, tetapi mekanisme penyerapan senyawa tersebut belum semua diketahui dengan jelas. Mekanisme penyerapan yang telah diketahui antara lain penyerapan golongan fenol dan aldehyd aromatis maupun derivatnya. Senyawa fenol-aldehyd maupun derivatnya terserap oleh karbon karena adanya peristiwa donor-akseptor elektron. Gugus karbonil pada permukaan karbon bertindak sebagai donor elektron. Karena ada peristiwa tersebut, maka inti benzena akan berikatan dengan gugus karbonil pada permukaan berikut :

- a. Dengan adanya pori-pori mikro antar partikuler yang sangat banyak jumlahnya pada karbon aktif, akan menimbulkan gejala kapiler yang menyebabkan adanya daya serap. Selain itu, distribusi ukuran pori merupakan faktor penting dalam menentukan kemampuan adsorpsi karbon aktif. Misalnya, ukuran 20 Å dapat digunakan untuk menghilangkan campuran rasa dan bau, hanya lebih efektif untuk pembersihan gas, sedangkan untuk ukuran 20-100 Å efektif untuk menyerap warna.
- b. Pada kondisi yang bervariasi ternyata hanya sebagian permukaan yang mempunyai daya serap. Hal ini dapat terjadi karena permukaan karbon

dianggap heterogen, sehingga hanya beberapa jenis zat yang dapat diserap oleh bagian permukaan yang lebih aktif, yang disebut pusat aktif.

Sedangkan faktor-faktor yang mempengaruhi adsorpsi adalah sebagai berikut :

- a. Karakteristik fisika dan kimia adsorben, antara lain : luas permukaan ukuran pori, komposisi kimia
- b. Karakteristik fisis dan kimia adsorbat, antara lain : ukuran molekul, polaritas molekul komposisi kimia.
- c. Konsentrasi adsorbat dalam fase cair.
- d. Sistem waktu adsorpsi.

2.6.5 Zeolit

2.6.5.1 Pengertian dasar Zeolit

Mineral zeolit merupakan mineral alam, di Indonesia pada saat ini sudah banyak dipelajari dan dikembangkan pemanfaatannya. Nama zeolit berasal dari kata Zein yang berarti mendidih dan Lithos yang berarti batuan. Dengan demikian zeolit dapat diartikan sebagai batuan yang bersifat mendidih dan mengembang bila dipanaskan. Komposisi zeolit terdiri dari SiO_2 , AlO_3 , FeO_3 , CaO , H_2O , MgO , MnO , Na_2O , K_2O , dan TiO_2 . Mineral zeolit terbentuk dari reaksi antara debu vulkanis dan air garam. Disamping itu ada juga beberapa jenis zeolit yang dihasilkan dari metamorfose batuan yang terdapat di laut (Barrer, 1978).

2.6.5.2 Struktur Zeolit

Mineral zeolit terdiri dari kumpulan (SiO_4) dan (AlO_4) tetrahedral dengan perbandingan Si : Al berkisar antara 1 : 1 dan 100 : 1. Dengan demikian maka kita kenal jenis-jenis mineral zeolit yang berlainan. Struktur paling stabil adalah mineral zeolit yang perbandingan Si : Al adalah 1 : 1. Untuk menetralkan muatan listrik negatif mineral zeolit dibutuhkan ion-ion alkali atau alkali tanah yang biasa diwakili oleh ion-ion Na, K, Ca, Ba dan Mg.

Struktur zeolit adalah terbuka dan mengandung rongga-rongga yang diisi oleh ion-ion dan molekul air. Rongga-rongga dapat saling berhubungan dan membentuk sistem saluran ke segala arah.

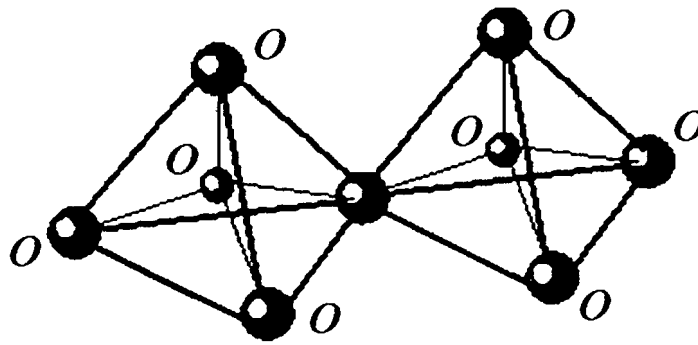
Pada tahun 1984 Professor Joseph V. Smith ahli kristalografi Amerika Serikat mendefinisikan zeolit sebagai :

"A zeolite is an aluminosilicate with a framework structure enclosing cavities occupied by large ions and water molecules, both of which have considerable freedom of movement, permitting ion-exchange and reversible dehydration".

Dengan demikian, zeolit merupakan mineral yang terdiri dari kristal alumino silikat terhidrasi yang mengandung kation alkali atau alkali tanah dalam kerangka tiga dimensi. Ion-ion logam tersebut dapat diganti oleh kation lain tanpa merusak struktur zeolit dan dapat menyerap air secara reversibel.

Zeolit biasanya ditulis dengan rumus kimia oksida atau berdasarkan satuan sel kristal $M_{2/n}O \text{ Al}_2\text{O}_3 \text{ a SiO}_2 \text{ b H}_2\text{O}$ atau $M_{c/n} \{(\text{AlO}_2)_c(\text{SiO}_2)_d\} \text{ b H}_2\text{O}$. Dimana n adalah valensi logam, a dan b adalah molekul silikat dan air, c dan d adalah

jumlah tetrahedra alumina dan silika. Rasio d/c atau $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}$ bervariasi dari 1 s/d 5. Zeolit tidak dapat diidentifikasi hanya berdasarkan analisa komposisi kimianya saja, melainkan harus dianalisa strukturnya. Struktur kristal zeolit dimana semua atom Si dan Al dalam bentuk tetrahedral (TO_4) disebut Unit Bangun Primer, zeolit hanya dapat diidentifikasi berdasarkan Unit Bangun Sekunder (UBS) sebagaimana terlihat pada Gambar berikut.



Gambar 2.1. Tetrahedra alumina dan silika (TO_4) pada struktur zeolit.

Pada Gambar 2.1 dapat dilihat bahwa struktur zeolit berbentuk tetrahedron berantai tiga dimensi. Pada kristal zeolit, kedudukan atom pusat tetrahedron ditempati oleh atom Si dan Al, sedangkan atom oksigen berada pada sudut-sudutnya. Oleh sebab itu keadaan atom Al pada tetrahedral memerlukan tambahan muatan positif seperti kation logam alkali dan alkali tanah yang diperlukan untuk menetralkan muatan listriknya. Keadaan ini yang menyebabkan zeolit bersifat sebagai penukar kation, sedangkan pori-pori yang terdapat di dalam struktur zeolit berisi molekul air.

2.6.5.3 Sifat Zeolit

Sifat zeolit berupa :

a. Zeolit sebagai penukar ion

Zeolit mempunyai kerangka kation dalam jaringan polimer yang bersifat mobil dan mudah dipertukarkan dengan kation lain, misalnya dalam proses pelunakan air sadah. Ion-ion pada rongga atau kerangka elektrolit berguna untuk menjaga kenetralan zeolit. Ion-ion ini akan bergerak bebas sehingga pertukaran ion yang terjadi tergantung dari ukuran dan muatan maupun jenis zeolitnya. Penukaran kation dapat menyebabkan perubahan beberapa sifat zeolit seperti stabilitas terhadap panas, sifat adsorpsi dan aktivitas katalis. Zeolit sebagai molekular sieve mempunyai struktur kristalin porous sehingga mampu berfungsi sebagai penukar ion, karena perbedaan muatan Al(+3) dan Si(+4) menjadikan atom Al dalam kerangka kristal bermuatan negatif dan membutuhkan kation penetral.

b. Zeolit sebagai adsorben

Zeolit dapat digunakan sebagai adsorben karena merupakan polimer anorganik yang tersusun dari satuan berulang berupa tetrahedral SiO_4 dan AlO_4 zeolit mampu menyerap molekul lain yang mempunyai ukuran lebih kecil dari ukuran pori zeolit, misalnya Na-Mordinet mampu menyerap metil amina dari campuran metil amina, etanol dan dietil amina. Dalam keadaan normal ruang hampa dalam kristal zeolit terisi oleh molekul air bebas yang berada disekitar kation. Apabila kristal zeolit dipanaskan pada suhu 300° - 400° celcius maka air tersebut akan keluar sehingga zeolit dapat

berfungsi sebagai penyerap gas atau cairan. Selain mampu menyerap gas atau zat, zeolit juga mampu memisahkan molekul zat berdasarkan ukuran dan kepolarannya.

c. Zeolit sebagai katalis

Ciri khusus zeolit yang secara praktis menentukan sifat khusus mineral ini adalah adanya ruang kosong yang membentuk saluran di dalam struktur. Apabila zeolit digunakan pada proses penyerapan atau katalis maka akan terjadi difusi molekul ke dalam ruang bebas di antara kristal. Zeolit merupakan katalisator yang baik karena mempunyai pori-pori besar dan permukaan yang maksimum.

d. Zeolit sebagai penyaring/pemisah

Zeolit dapat memisahkan molekul gas atau zat lain dari campuran tertentu, karena mempunyai ruang hampa yang cukup besar dengan garis tengah yang bermacam-macam (berkisar antara 2-8 Å tergantung dari jenis zeolit). Volume dan ukuran ruang hampa dalam kisi-kisi kristal ini menjadi dasar kemampuan zeolit untuk bertindak sebagai penyaring.

e. Dehidrasi

Sifat dehidrasi dari zeolit berpengaruh terhadap sifat adsorbsinya. Zeolit dapat melepaskan molekul air dari dalam permukaan rongga yang menyebabkan medan listrik meluas ke dalam rongga utama dan efektif berinteraksi dengan molekul yang diadsorpsi. Jumlah molekul air sesuai dengan jumlah pori-pori atau volume ruang hampa yang terbentuk apabila unit sel kristal tersebut dipanaskan.

2.6.5.4 Jenis Zeolit

Berdasarkan pada proses pembentukannya, zeolit dapat dibedakan menjadi dua yaitu :

1. Zeolit alam

Merupakan zeolit yang berasal dari proses perubahan yang terjadi di alam atau merupakan hasil tambang dari batuan vulkanik. Zeolit ini banyak dijumpai dalam lubang lava dan dalam batuan sedimen terutama sedimen piroklasik berbutir halus. Zeolit ini terbagi dalam 2 kelompok yaitu :

- a. Zeolit yang terdapat diantara celah-celah batuan atau diantara lapisan batuan. Zeolit jenis ini biasanya terdiri dari beberapa jenis mineral zeolit bersama-sama dengan mineral lain, seperti kalsit, kwarsa, renit, klorit, flourit, mineral sulfide dan lain-lain.
- b. Zeolit yang berupa batuan, jenis ini hanya sedikit diantaranya adalah : klinoptilonit, amalsit, erionit dsb.

2. Zeolit sintetis

Merupakan zeolit hasil sintetis rekayasa manusia secara proses kimia dan fisik. Sifat zeolit sintetis sangat tergantung dari jumlah komponen Al dan Si, sehingga ada 3 kelompok zeolit sintetis yaitu :

- Zeolit sintetis dengan kadar Si rendah
- Zeolit sintetis dengan kadar Si sedang
- Zeolit sintetis dengan kadar Si tinggi (Bambang Purwadi, 1998).

2.6.5.5 Aktivasi Zeolit

1. Cara Pemanasan

Cara pemanasan molekul-molekul air yang terperangkap akan terlepas pada pemanasan temperatur 150°C selama satu jam. Pemanasan di sini dimaksudkan untuk melepaskan molekul-molekul air yang terdapat pada zeolit yang nantinya akan digantikan oleh molekul yang diadsorpsi.

2. Cara Kimia

Penambahan larutan kimia seperti asam (HCl) atau basa (NaOH). Hal ini dilakukan untuk meningkatkan kapasitas adsorpsi maupun kapasitas tukar ion. Pencucian dengan 0.2 M dapat menaikkan kapasitas adsorpsi dan tukar ion menjadi 250% dari semula. (Bambang poerwadi, 1998). Selain itu juga dapat menggunakan KMnO₄ 1% untuk mengaktifkan zeolit tersebut.

2.6.5.6 Manfaat Zeolit

1. Dalam Bidang Pengolahan Limbah Industri dan Nuklir

Zeolit digunakan untuk pemisahan amonia/amonium ion dari air limbah industri, untuk pemisahan hasil fisi dari limbah radioaktif dan penggunaan dibidang limbah pertanian. (Las, 2004)

2. Bidang Proses Industri

Berdasarkan sifat sorpsinya terhadap gas dan hidrasi molekul air, zeolit digunakan untuk pengeringan pada berbagai produk industri. Sebagai "*drying agent*" dari senyawa organik, zeolit digunakan antara lain :

- o pada proses pemurnian metil khlorida dalam industri karet

- pemurnian fraksi alkohol, metanol, benzen, xylene, LPG dan LNG pada industri petro kimia
- untuk hidrokarbon *propellenets-fillers aerosol* untuk pengganti freons industri
- penyerap klorin, bromin dan flourin
- menurunkan humiditas ruangan
- penyerapan gas dan penghilangan warna dari cairan gula pada pabrik gula
- campuran filter pada rokok

Dalam industri petrokimia zeolit digunakan pada proses isomerisasi, hidrosulforisasi, hidrokraking, hidrogenasi, reforming, dehidrasi, dehidrogenasi dan de-alkilasi, kraking parafin, dispersi toluen/benzen dan xylen (Las, 2004).

3. Bidang Pertanian dan Lingkungan

Zeolit digunakan sebagai "*soil conditioning*" yang dapat mengontrol dan menaikkan pH tanah serta kelembaban tanah. Penambahan zeolit pada pupuk kandang ternyata juga akan meningkatkan proses nitrifikasi. Pada saat ini bidang pertanian merupakan pemakai terbesar di Indonesia. Disamping untuk "*slow release fertilizer*", zeolit juga digunakan sebagai carrier pestisida/herbisida dan fungisida.

Dalam bidang peternakan, zeolit juga digunakan sebagai "*food supplement*" pada ternak ruminansia dan non-ruminansia masing-masing dengan dosis 2.5-5% dari rasio pakan perhari yang dapat meningkatkan produktivitas baik susu, daging dan telur, laju pertumbuhan serta memperbaiki kondisi lingkungan kandang dari bau yang tidak sedap. Dalam hal fauna laut, zeolit berperan sebagai

pengontrol pH air dan penyerap NH_3 , NO_3^- dan H_2S , filter air masuk ke tambak, pengontrol kandungan alkali, oksigen dan perbaikan lahan dasar tambak melalui penyerapan logam berat Pb, Fe, Hg, Sn, Bi dan As.

Dalam masalah lingkungan terutama masalah polusi udara zeolit juga pernah ditaburkan dari pesawat terbang diatas reaktor Chernobil untuk maksud menyerap hasil fisi yang terdapat dalam jatuhan debu radioaktif (*fall out*) akibat kebakaran reaktor sovyet tahun 1985.

Zeolit digunakan dalam proses penyerapan gas seperti :

- gas mulia antara lain Ar, Kr dan gas He
- gas rumah kaca (NH_3 , CO_2 , SO_2 , SO_3 dan NO_3)
- gas organik CS_2 , CH_4 , CH_3CN , CH_3OH , termasuk pirogas dan fraksi etanan/etilen
- pemurnian udara bersih mengandung O_2
- penyerapan gas N_2 dari udara sehingga meningkatkan kemurnian O_2 diudara (Las, 2004).

2.7 Filtrasi

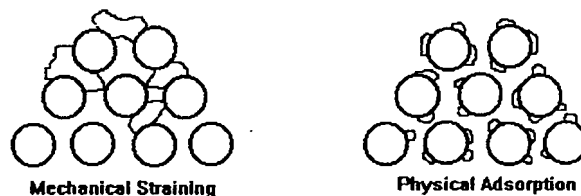
2.7.1 Pengertian dasar Filtrasi

Filtrasi adalah proses pemisahan zat padat dari fluida (cairan maupun gas) yang membawanya menggunakan suatu medium berpori atau bahan berpori lain untuk menghilangkan sebanyak mungkin zat padat halus yang tersuspensi dan koloid. Dari pengalaman telah diketahui bahwa melewatkan air ke dalam lapisan pasir/sejenisnya yang berpori, bahan-bahan terlarut dan koloid hampir seluruhnya

dapat dihilangkan, bahan kimia berubah dan jumlah bakteri berkurang dari dalam air. Hal-hal tersebut dapat terjadi karena di dalam pengaliran tersebut terjadi proses penapisan, pengendapan dan adsorpsi dan sedikit terjadi perubahan biologis.

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

- a. Transportasi : meliputi proses gerak Brown, sedimentasi, dan gaya tarik antar partikel.
- b. Kemampuan menempel : meliputi proses *mechanical straining*, *physical adsorption*, biologis.



Gambar 2.2 *Mechanical straining* dan *physical adsorption*¹

- c. Kemampuan menolak : meliputi tumbukan antar partikel dan gaya tolak menolak.

2.7.2 Tipe Filtrasi

Berdasarkan pada kapasitas produksi air yang diolah, saringan pasir dapat dibedakan menjadi dua yaitu saringan pasir cepat (*rapid sand filter*) dan saringan pasir lambat (*slow sand filter*). Pada pengolahan air dari air baku yang perlu diolah, setelah air mengalami proses koagulasi, flokulasi dan klarifikasi, air kemudian disaring dengan saringan pasir cepat atau lambat. Apabila proses

¹ Kemitraan Air Indonesia, 2002

koagulasi tidak perlu dilakukan, maka air baku langsung dapat disaring dengan saringan jenis apa saja termasuk saringan pasir kasar. Saringan pasir kasar adalah saringan yang dipasang sebelum saringan pasir cepat atau lambat. Di dalam saringan ini, partikel halus mengendap dalam rongga-rongga media saringan, melekat secara fisis, sifat operasinya adalah penetrasi partikel yang terbawa air ke bawah.

Pada saringan pasir lambat, yang tertangkap adalah bio-kimia. Karena saringan kasar mampu menahan material tersuspensi dengan penetrasi yang cukup dalam, maka saringan kasar mampu menyimpan lumpur dengan kapasitas tinggi. Pada saringan pasir kasar media saringan berdiameter lebih besar dibanding media saringan pasir cepat atau saringan pasir lambat.

Perbandingan ukuran diameternya sebagai berikut :

Saringa pasir lambat : 0.15 – 0.45 mm

Saringan pasir cepat : 0.40 – 0.70 mm

Saringan pasir kasar : > 2 mm

kriteria desain untuk filter pasir lambat dan filter pasir cepat dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Perbandingan konstruksi dan operasi antara filter pasir lambat dan filter pasir cepat

Keterangan	Filter lambat	Filter cepat
Kecepatan filtrasi	0.1-0.2-0.24 m/jam	4-5-21 m/jam
Luas media filter	Luas : 2000 m ²	Sempit : 40-400 m ²
Kedalaman media	Kerikil : 30 cm Pasir : 90-110 cm Biasa berkurang 50-80 cm, karena pengerukan pasir aktif	Kerikil : 30-45 cm Pasir : 60-70 cm Tidak berkurang karena pengerukan pasir aktif

Ukuran pasir	0.25-0.3 mm	0.55 mm atau lebih
Distribusi butiran pasir dalam filter	Tidak berlapis	Berlapis antara butiran teringan diatas dan terberat di bawah
Sistem buangan	Melalui pipa berlubang, bercabang keluar melalui pipa utama	Melalui pipa berlubang keluar melalui pipa utama
Kehilangan head	6 cm awal – 120 cm akhir	30 cm awal - 240 cm atau 275 akhir
Kurun waktu	20-30-60 hari	12-24-72 hari
Penetrasi unsur tersuspensi	Sangat baik	Sangat baik
Metode pencucian	Pengerukan lapisan kotor dan pencucian pasir	Pencucian balik dan menghilangkan solida tersuspensi
Jumlah air pencucian	0.2-0.6 % air yang disaring	1-4-6 % air yang disaring
Persiapan pengolahan	Tidak perlu jika NTU < 50	Koagulasi, flokulasi sedimentasi
Penambahan pengolahan klorinasi : <ul style="list-style-type: none"> • Biaya konstruksi • Biaya operasi • Depresiasi 	Relatif murah Relatif murah Relatif rendah	Relatif mahal Relatif mahal tinggi

Sumber : KRT Tjokrokusumo 1995

2.7.3 Mekanisme Filtrasi

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

1. *Mechanical Straining*, yaitu proses penyaringan partikel *suspended matter* yang terlalu besar untuk bisa lolos melalui lubang antara butiran pasir, yang berlangsung diseluruh permukaan saringan pasir dan sama sekali tidak bergantung pada kecepatan penyaringan.

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

2.7.4 Media Filtrasi

Pasir adalah media filter yang paling umum dipakai dalam proses penjernihan air, karena pasir dinilai ekonomis, tetapi tidak semua pasir dapat dipakai sebagai media filter. Artinya diperlukan pemilihan jenis pasir, sehingga diperoleh pasir yang sesuai dengan syarat-syarat media pasir. Dalam memilih jenis pasir sebagai media filter hal-hal yang diperhatikan adalah :

- a. Senyawa kimia pada pasir

Pada umumnya pasir mempunyai senyawa kimia antara lain : SiO_2 , Na_2O , CaO , MgO , Fe_2O , dan Al_2O_3 . Senyawa yang terpenting dalam pasir sebagai media filter adalah kandungan SiO_2 , yang tinggi, karena SiO_2 yang tinggi memberikan kekerasan pasir semakin tinggi pula (Lewis, 1980). Proses yang terpenting dalam filter yang berhubungan dengan kekerasan pasir adalah pencucian pasir.

b. Karakteristik fisik pasir

Karakteristik fisik pasir yang perlu diperhatikan untuk media filter antara lain adalah :

- Bentuk Pasir

Bentuk pasir sangat berpengaruh terhadap kelolosan / permeabilitas.

Menurut bentuknya pasir dapat dibagi menjadi 3, yaitu : bundar, menyudut tanggung, dan bundar menyudut (Lewis, 1980). Umumnya dalam satu jenis pasir ditemukan bentuk lebih dari satu bentuk butir. Pasir dengan bentuk bundar memberikan kelolosan lebih tinggi dari pada pasir bentuk lain.

- Ukuran Butiran Pasir

Butiran pasir berukuran kasar dengan diameter > 2 mm memberikan kelolosan yang besar, sedangkan ukuran pasir berukuran halus dengan diameter 0,15-0,45 mm memberikan kelolosan yang rendah. Factor yang penting dalam memilih ukuran butiran pasir sebagai media saring adalah *effective size (ES)*

- **Kemurnian pasir**

Pasir yang digunakan sebagai media saringan semurni mungkin, artinya pasir benar-benar bebas dari kotoran, misalnya lempung. Pasir dengan kandungan lempung yang tinggi jika digunakan sebagai media filter akan berpengaruh pada kualitas filtrat yang dihasilkan.

- **Kekerasan pasir**

Kekerasan pasir dihubungkan dengan kehancuran pasir selama pemakaian sebagai media filter. Kekerasan berhubungan erat dengan kandungan SiO_2 yang tinggi, maka akan memberikan kekerasan yang tinggi pula.

Saringan pasir bertujuan mengurangi kandungan lumpur dan bahan-bahan padat yang ada di air. Ukuran pasir untuk menyaring bermacam-macam, tergantung jenis bahan pencemar yang akan disaring. Pengamatan tentang bahan padat yang terapung, seperti potongan kayu, dedaunan, sampah, dan kekeruhan air perlu dilakukan untuk menentukan ukuran yang akan dipakai. Semakin besar bahan padat yang perlu disaring, semakin besar ukuran pasir.

- c. **Persyaratan kualitas pasir yang disyaratkan**

- d. **Jenis pasir dan ketersediaannya**

Faktor yang mempengaruhi efisiensi penyaringan ada 4 (empat) faktor dan menentukan hasil penyaringan dalam bentuk kualitas effluent serta masa operasi saringan yaitu :

- a. **Kualitas air baku, semakin baik kualitas air baku yang diolah maka akan baik pula hasil penyaringan yang diperoleh.**

- b. Suhu, Suhu yang baik yaitu antara 20-30°C, temperatur akan mempengaruhi kecepatan reaksi-reaksi kimia.
- c. Kecepatan penyaringan, pemisahan bahan-bahan tersuspensi dengan penyaringan tidak dipengaruhi oleh kecepatan penyaringan. Berbagai hasil penelitian ternyata, kecepatan penyaringan tidak mempengaruhi terhadap kualitas effluen. Kecepatan penyaringan lebih banyak terhadap masa operasi saringan. (Huisman, 1975)
- d. Diameter butiran, secara umum kualitas effluent yang dihasilkan akan lebih baik bila lapisan saringan pasir terdiri dari butiran-butiran halus. Jika diameter butiran yang di gunakan kecil maka yang terbentuk juga kecil. Hal ini akan meningkatkan efisiensi penyaringan.

BAB III.

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

3.2 Obyek Penelitian

Obyek yang akan diteliti dalam penelitian ini adalah limbah cair dari laboratorium terpadu dan laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.

3.3 Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan adalah pada skala laboratorium dan bersifat eksperimen yang ditunjang dengan pengamatan lapangan, yaitu proses yang berlangsung selama penelitian dilakukan.

3.4 Metode Pengumpulan Data

1. Data Primer, yaitu data yang diperoleh langsung dari laboratorium tentang kandungan COD dan NH_3 .

2. Data Sekunder, yaitu pengumpulan data dari studi pustaka sebagai penunjang yang berkaitan dengan permasalahan, baik yang diperoleh dari penelitian sebelumnya maupun dari instansi terkait.

3.5 Variabel Penelitian

1. Variabel bebas (*Independent variable*)

- Variasi waktu pengaliran (0 menit, 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit dan 150 menit).
- Pasir zeolit memiliki ketebalan 0,3 m.
- Media penyaring yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah pasir, dengan diameter pasir yang dipakai 0,4-0,8 mm dengan ketebalan 25 cm, dan media kerikil dengan ketebalan 10 cm. Tipe saringan pasir ini adalah saringan pasir cepat.

2. Variabel terikat (*Dependent variable*)

- Parameter yang diteliti adalah kandungan *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Amoniak* (NH_3).
- Efisiensi dari pasir zeolit

3.6 Dimensi Reaktor

Berikut susunan dari reaktor aerokarbonfilter :

- Aerasi

Aerasi yang digunakan adalah tipe multipletray aerasi. Jumlah tray 4 buah

- Karbon aktif yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir zeolit alam. Pasir zeolit memiliki ketebalan 0,3 m.
- Pasir
Tipe saringan yang digunakan adalah tipe saringan cepat. Media penyaring yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah pasir dengan diameter pasir 0,4 - 0,8 mm dan ketebalan 0,25 m dan kerikil dengan ketebalan 0.1 m.
- Reaktor yang direncanakan terbuat dari fiber untuk bagian aerasi dan kaca untuk bagian zeolit dan filtrasi. Reaktor yang digunakan adalah jenis reaktor bertingkat yang susunannya terdiri atas aerasi, karbon aktif, dan filter pasir.

Tabel 3.1 Dimensi reaktor

Dimensi	Simbol	Hasil perhitungan	Satuan	Pers.yang digunakan
Panjang	L	0,3	m	
Lebar	W	0,3	m	
Tinggi pasir	Tp	0,4	m	
Tinggi karbon	Tk	0,4	m	
Tinggi tray aerasi	Tt	4×0,1	m	
Luas area	A	0,09	m	L×W
Volume reaktor	Vr	0,108	m	A×(Tp+Tk+Tt)
Debit	Q	0,01	L/dtk	

Sumber : hasil perhitungan

3.7 Pelaksanaan Penelitian

3.7.1 Tahap Persiapan

1. Persiapan alat dan bahan

Alat-alat dan bahan-bahan yang diperlukan dipersiapkan terlebih dahulu sebelum penelitian dilaksanakan, karena sangat menentukan kelancaran jalannya penelitian.

2. Pembuatan reaktor

Reaktor dibuat menggunakan kaca dan akrilik dengan susunan bertingkat terdiri atas aerasi, adsorben (zeolit), filtrasi (pasir kuarsa dan kerikil) menggunakan arah aliran ke bawah (*down flow*).

3. Penentuan Debit

Penentuan debit dilakukan dengan cara mengalirkan sejumlah air ke dalam reaktor secara kontinyu dan outletnya diukur dengan cara ditampung dalam gelas ukur dan dicatat waktunya

4. Pengambilan sampel untuk mengetahui efisiensi pengolahan

Pengambilan sampel limbah cair untuk mengetahui efisiensi pengolahan dilakukan dalam 2 tahap pengambilan :

- a. Sebelum pengolahan : Limbah cair dari laboratorim UII Yogyakarta yang mempunyai kadar COD dan NH_3 yang tinggi sebelum melewati reaktor.
- b. Setelah pengolahan : Outlet yang dihasilkan setelah melalui pengolahan reaktor berdasarkan variasi lama waktu pengaliran. Tiap sampel air sebelum dan sesudah pengolahan diambil ± 500 ml.

5. Variasi percobaan

Untuk melihat efisiensi penurunan COD dan NH_3 dilakukan variasi waktu pengaliran yaitu 0 menit, 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit dan 150 menit.

3.7.2 Tahap Pelaksanaan Penelitian

3.7.2.1 Pengoperasian Instalasi

1. Pengambilan sampel awal

Sampel limbah cair diambil dari Laboratorim UII Yogyakarta. Yang diduga mengandung COD dan NH_3 yang tinggi dan akan digunakan sebagai sampel limbah cair untuk pengolahan.

2. Air baku/sampel limbah ditampung di bak penampung sehingga diharapkan terjadi proses homogenisasi kemudian dialirkan ke dalam reaktor dengan cara air baku dipompa menuju spray sehingga air ke luar melalui aerasi jatuh ke tray aerasi lalu secara gravitasi jatuh ke permukaan adsorben (zeolit) kemudian ke filtrasi (pasir kuarsa dan kerikil) secara gravitasi.

3. Pengaliran air baku dilakukan secara kontinyu dari atas ke bawah (*down flow*) dan dibiarkan mengalir sampai operasi penyaringan berjalan stabil.

4. Air dari hasil pengolahan tersebut ditampung dalam botol sampel mengikuti waktu yang telah direncanakan dan diberi larutan HCl pekat (diawetkan) untuk menjaga agar kandungan COD dan NH_3 dalam air stabil (pH rendah).

5. Effluent hasil penyaringan tersebut diambil, kemudian diukur untuk kadar COD dan NH_3 . Pengambilan dilakukan tiap 30 menit sekali hingga 150 menit dan selanjutnya dianalisa dengan metode 2 kali perulangan (*duplo*).

3.7.2.2 Pemeriksaan Parameter

Seperti yang dijelaskan pada bagan pelaksanaan penelitian, sampel-sampel yang telah melalui proses pengolahan akan dianalisa di Laboratorium Kualitas Air FTSP Universitas Islam Indonesia dengan menggunakan metode Spektrofotometri serapan atom (SSA)-nyala (SNI 06-6989.2-2004) untuk analisis COD dan NH_3 (SNI M-48-1990-03)

3.7.2.3 Analisa Hasil Penelitian

Untuk mengetahui tingkat efisiensi dari reaktor yang sedang diteliti, maka dilakukan analisa data yang diperoleh dari hasil pengamatan, baik data utama (tingkat removal) maupun data pendukung. Untuk menguji tingkat pengaruh dari variasi terhadap efisiensi removal digunakan software statistik (ANOVA). Analisa data dilakukan untuk setiap bagian, yaitu tray aerasi, zeolit dan sand filter serta total sistem (Aerokarbonfilter). Adapun Hipotesis sebagai berikut :

H_0 = Perbedaan penurunan konsentrasi antara proses (inlet, aerasi, zeolit, dan filtrasi) secara statistik tidak signifikan.

H_1 = Perbedaan penurunan konsentrasi antara proses (inlet, aerasi, zeolit, dan filtrasi) secara statistik signifikan.

Dengan syarat jika $\alpha > 0.05$ maka H_0 diterima.

3.7.2.4 Menghitung Efisiensi

Untuk mengetahui efisiensi dari masing-masing sistem tersebut dilakukan dengan cara sebagai berikut :

A. Efisiensi Tray Aerasi

Untuk mengetahui tingkat efisiensi sistem tray aerasi terhadap parameter uji dilakukan dengan cara :

- Mengukur kadar parameter uji (COD dan NH₃) di inlet dan outlet 1 (lihat gambar)
- Menghitung besarnya efisiensi removal dengan persamaan :

$$\eta = (C_0 - C_1) / C_0 \times 100 \% \quad 3.1$$

B. Efisiensi Karbon Aktif

Untuk mengetahui tingkat efisiensi sistem karbon aktif terhadap parameter uji dilakukan dengan cara :

- Mengukur kadar parameter uji (COD dan NH₃) di inlet dan outlet 2 (lihat gambar)
- Menghitung besarnya efisiensi removal dengan persamaan :

$$\eta = (C_0 - C_1) / C_0 \times 100 \% \quad 3.2$$

C. Efisiensi Sand Filter

Untuk mengetahui tingkat efisiensi sistem *Sand Filter* terhadap parameter uji dilakukan dengan cara :

- Mengukur kadar parameter uji (COD dan NH₃) di inlet dan outlet 3 (lihat gambar)
- Menghitung besarnya efisiensi removal dengan persamaan :

$$\eta = (C_0 - C_1) / C_0 \times 100 \% \quad 3.3$$



D. Efisiensi Aerokarbonfilter

Untuk mengetahui tingkat efisiensi sistem Aerokarbonfilter terhadap parameter uji dilakukan dengan cara :

- Mengukur kadar parameter uji (COD dan NH₃) di inlet dan outlet 3 (lihat gambar)
- Menghitung besarnya efisiensi removal dengan persamaan :

$$\eta = (C_0 - C_1) / C_0 \times 100 \% \quad 3.4$$

dimana :

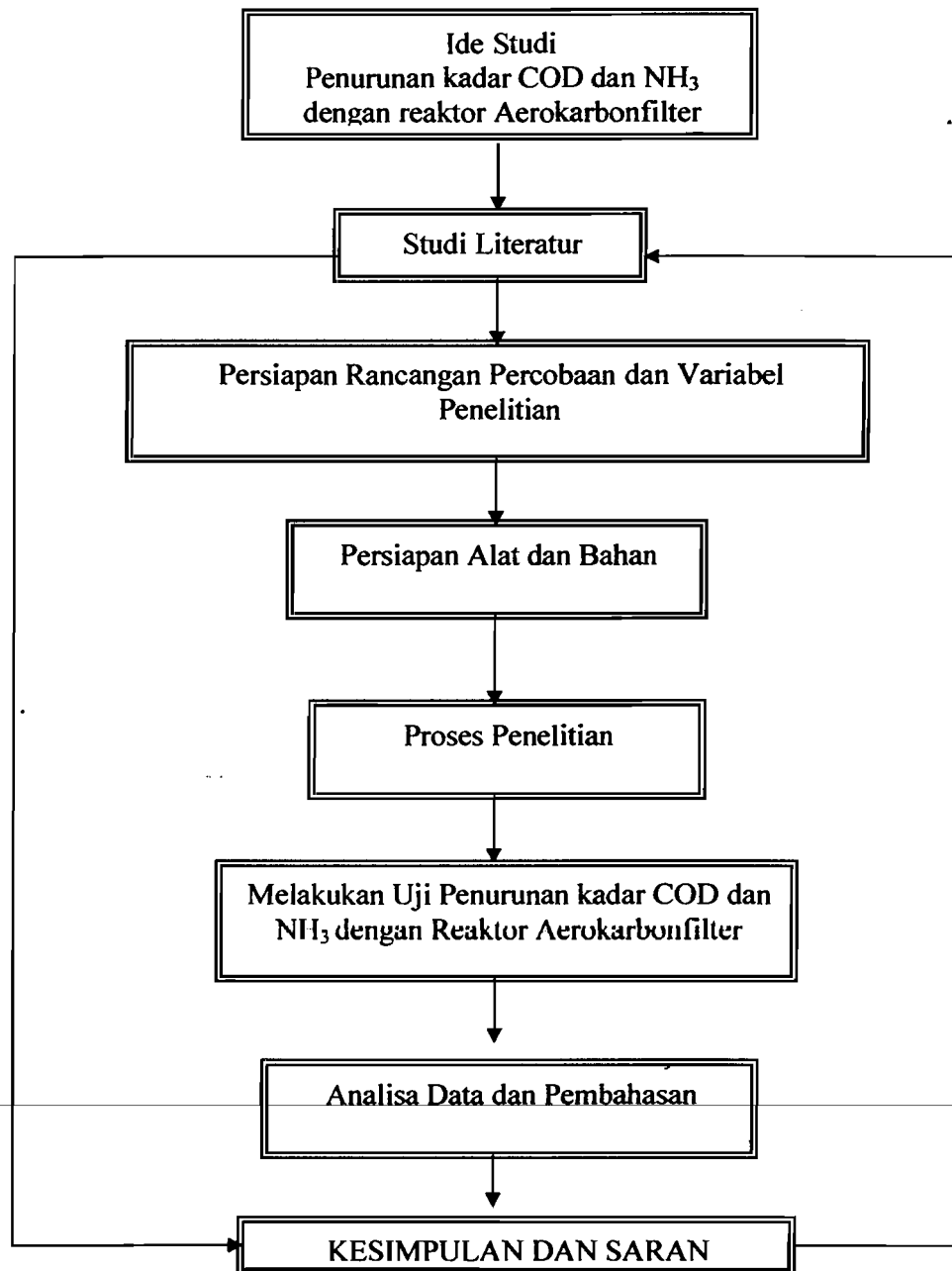
η = Tingkat efisiensi (%)

C_0 = konsentrasi parameter uji di inlet

C_1 = konsentrasi parameter uji di outlet

3.7.3 Diagram Alir Penelitian

Secara garis besar tahapan-tahapan penelitian dapat dilihat pada diagram alir sebagai berikut :

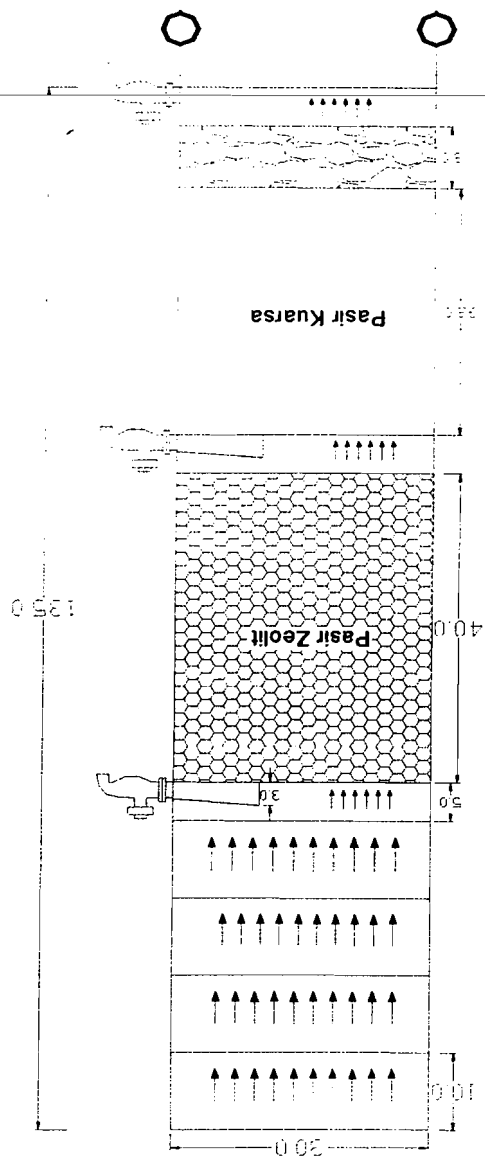


Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.7.4 Gambar Reaktor

Reaktor yang digunakan dalam penelitian ini adalah reaktor aerokarbonfilter yang merupakan kombinasi dari aerasi, karbon aktif dan filter. Reaktor ini memiliki panjang 30 cm dan lebar 30 cm, dengan ketinggian total 135 cm. Aerasi dengan tipe *multiple tray aeration* dengan jumlah tray 4 buah dan jarak tiap tray 10 cm. Ketebalan zeolit 40 cm dan filter pasir 32 cm dan ketebalan kerikil 8 cm. Untuk selengkapnya dapat dilihat pada gambar berikut ini :

Gambar 3.2 Reaktor Aerokarbonfilter



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas laboratorium merupakan salah satu aktivitas yang menghasilkan limbah beracun yang apabila tanpa pengolahan lebih lanjut akan sangat berbahaya bagi lingkungan. Salah satu parameter yang terkandung dari limbah laboratorium tersebut adalah COD dan NH_3 .

COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air.

NH_3 pada suhu dan tekanan standar berbentuk gas yang bersifat racun, korosif pada beberapa material dan memiliki bau yang sangat tajam.

Pengolahan dari limbah laboratorium ini menggunakan reaktor aerokarbonfilter yaitu reaktor dengan kombinasi unit-unit aerasi, adsorpsi dan filtrasi yang disusun dalam satu kesatuan. Diharapkan dengan kombinasi dari unit-unit pengolahan tersebut dihasilkan limbah dengan kandungan COD dan NH_3 yang tidak melebihi standar kualitas air buangan.

Adapun pengujian dilakukan pada inlet, outlet aerasi, outlet media adsorpsi dan outlet filtrasi. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak enam kali yaitu pada menit 0, 30, 60, 90, 120 dan 150. Pengujian dilakukan untuk mengetahui konsentrasi COD dan NH_3 dalam limbah cair laboratorium Universitas Islam Indonesia. Hasil analisa laboratorium untuk konsentrasi COD dan NH_3 diharapkan memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan dalam

peraturan pemerintah No.82 tahun 2001, dimana batas maksimum untuk parameter COD sebesar 25 mg/lit dan NH₃ sebesar 1 mg/lit. Pemeriksaan konsentrasi COD dan NH₃ dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan, Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia. Hasil analisis mencakup konsentrasi COD dan NH₃ yang terkandung dalam limbah cair laboratorium Universitas Islam Indonesia, yaitu pada inlet, outlet aerasi, outlet adsorpsi, dan outlet filtrasi.

Untuk perhitungan prosentase dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\eta = (C_0 - C_1) / C_0 \times 100 \% \quad 4.1$$

Dimana :

η = Tingkat efisiensi (%)

C_0 = konsentrasi parameter uji di inlet

C_1 = konsentrasi parameter uji di outlet

4.1 Penurunan konsentrasi COD dan NH₃ pada proses aerasi, adsorpsi dan filtrasi terhadap variasi waktu percobaan.

4.1.1 Penurunan Konsentrasi Chemical Oxygen Demand (COD)

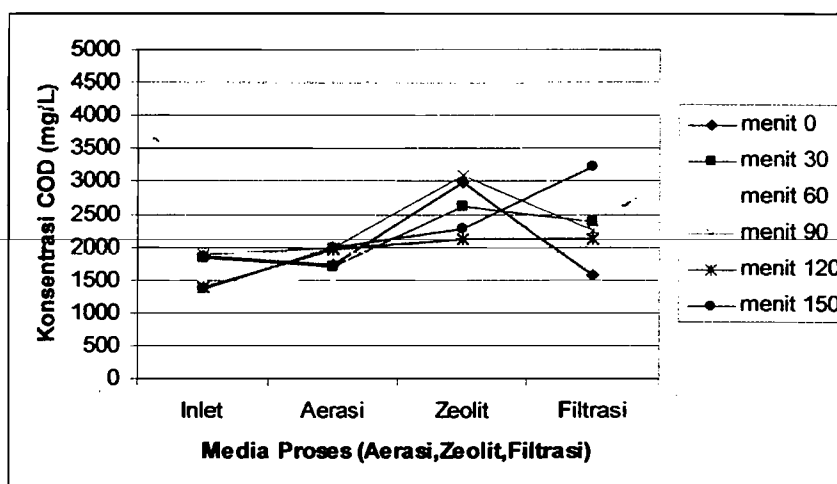
Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan, Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia maka di peroleh konsentrasi pada Tabel 4.1 sebagai berikut :

Tabel 4.1 Hubungan waktu dengan konsentrasi COD terhadap proses Aerasi, Pasir Zeolit dan Filtrasi.

Menit	Inlet awal	Aerasi		Pasir Zeolit		Filtrasi	
	Konsentrasi (mg/lt)	Konsentrasi (mg/lt)	η (%)	Konsentrasi (mg/lt)	η (%)	Konsentrasi (mg/lt)	η (%)
0	1847,6	1738	5,9	2978	-71,3*	1568,9	47,3
30	1834,6	1703,4	7,1	2610,9	-53,2*	2377,7	8,9
60	1529,9	1470,2	3,9	4583,4	-211,7*	2220	51,5
90	1879,4	2001	-6,4*	3090,1	-54,4*	2258,1	26,9
120	1385,5	1970,5	-42,2*	2108,8	-7,02*	2121,8	-0,62*
150	1353,4	1991,3	-47,1*	2274,2	-14,2*	3214,5	-41,3*

Keterangan : * = Terjadi Kenaikan

Berdasarkan tabel hasil percobaan tersebut, maka dapat diplotkan grafik yang menjelaskan perbandingan antara konsentrasi COD pada variasi waktu percobaan terhadap media proses yaitu proses yang terjadi di aerasi, adsorpsi, dan filtrasi.



Gambar 4. 1 Grafik perbandingan konsentrasi COD dengan waktu terhadap proses

Jika dilihat dari Tabel 4.1, pada setiap variasi waktu dari menit ke 0, 30, 60, 90, 120 dan 150 percobaan terjadi kenaikan dan penurunan konsentrasi COD di Inlet awal. Salah satu faktor penyebabnya adalah sebelum limbah dipompakan ke inlet, tidak terjadi pengadukan (homogenisasi) yang sempurna pada bak penampung limbah tersebut. Inlet sebagai perbandingan pada proses adsorpsi (pasir zeolit) adalah diambil dari konsentrasi outlet dari proses aerasi, begitu juga untuk inlet proses filtrasi adalah konsentrasi dari outlet pada proses adsorpsi (pasir zeolit).

Berikut adalah proses penurunan konsentrasi COD terhadap setiap proses yang terjadi di reaktor Aerokarbonfilter.

4.1.1.1 Penurunan Konsentrasi COD Inlet terhadap proses Aerasi

Pada proses aerasi menggunakan jenis multiple tray aerasi dengan jumlah tray 4 buah, jarak tiap tray 8 cm. Pada proses aerasi ini diharapkan terjadi penurunan konsentrasi COD. Pada proses aerasi ini terjadi reaksi antara COD dengan O_2 sehingga dapat berlangsung proses oksidasi bahan organik di dalam limbah.

Dari efisiensi yang dapat dilihat pada Tabel 4.1 konsentrasi COD turun pada menit ke 0, 30, dan 60. Penurunan konsentrasi COD pada menit ke 0 adalah sebesar 5,93% dimana terjadi transfer gas yang baik pada menit awal penelitian. Pada menit ke 30 penurunan konsentrasi terjadi sebesar 7,15% namun pada menit ke 60 penurunan hanya terjadi sebesar 3,91%. Penurunan pada outlet aerasi pada menit tersebut terjadi karena kontak oksigen dengan limbah telah berlangsung

sempurna. Penurunan konsentrasi COD juga tergantung pada lamanya waktu aerasi, karena dengan semakin lama waktu aerasi maka konsentrasi COD akan semakin berkurang. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu aerasi maka semakin besar pula oksigennya. Sehingga tingkat oksidasi bahan organik semakin tinggi. Semakin banyak bahan organik yang teroksidasi maka konsentrasi COD dalam limbah semakin kecil. Efisiensi removal pada menit ke 60 tidak mengalami peningkatan dari menit ke 30. Hal ini dikarenakan pada menit ke 60 kondisi tray sudah mulai kotor oleh endapan limbah itu sendiri. Sehingga kontak limbah dengan oksigen tidak berlangsung sempurna. Hal ini berpengaruh pada menit ke 90, 120, dan 150 dimana tidak terjadi penurunan konsentrasi COD melainkan terjadi peningkatan konsentrasi pada outlet aerasi. Ini dikarenakan kondisi tray pada menit tersebut sudah tertutup oleh endapan limbah. Endapan tersebut terakumulasi dan terbawa oleh aliran limbah sehingga konsentrasi limbah tersebut meningkat.

4.1.1.2 Penurunan konsentrasi COD inlet keluaran dari proses aerasi terhadap proses adsorpsi dengan pasir zeolit

Dari efisiensi yang dapat dilihat pada Tabel 4.1 konsentrasi COD mengalami peningkatan pada menit ke 0, 30, 60, 90, 120, dan 150. Terjadinya peningkatan konsentrasi pada tiap menit percobaan dikarenakan zeolit tidak mampu mengadsorpsi limbah. Zeolit yang digunakan pada penelitian ini berukuran ± 1 cm dan digunakan tanpa aktivasi terlebih dahulu. Pada umumnya zeolit alam tanpa perlakuan banyak memiliki kekurangan- kekurangan, hal ini

dikarenakan zeolit alam masih mengandung pengotor-pengotor organik dan anorganik dan juga struktur kerangka aluminasilikanya masih tidak teratur. Dengan aktivasi terlebih dahulu baik secara fisik maupun kimia akan mempengaruhi proses adsorpsi dari zeolit sebab mengakibatkan terbukanya sistem pori dan memperbesar luas permukaan zeolit.

Selain itu karena pekatnya limbah yang melewati media zeolit. Kepekatan ini berpengaruh pada kemampuan adsorpsi limbah. Sebab jarak antara partikel bahan yang akan diserap terlalu dekat sehingga gaya tarik menarik antara penyerap dan bahan yang akan diserap cukup besar dan terjadi penarikan serentak terhadap bahan yang akan diserap sehingga terjadi penarikan secara bersama-sama hal ini dapat mengakibatkan tertutupnya pori mikro dalam penyerap. Limbah laboratorium termasuk limbah yang sangat asam dengan kisaran pH 2. Keasaman limbah tersebut juga berpengaruh pada adsorpsi limbah sebab zeolit dengan kandungan Al yang cukup besar mempunyai kestabilan yang rendah terhadap asam. Dalam kondisi yang relatif asam, konsentrasi H^+ (proton) yang relatif tinggi akan menyerang sisi aluminat yang ada dalam kerangka zeolit. Hal ini dapat menyebabkan putusannya ikatan antara $Al - O$ dan $Si - O$ dalam kerangka struktur, sehingga zeolit dapat mengalami kerusakan (Dewi, 1999). Sehingga pengotor-pengotor organik yang terdapat pada zeolit ikut larut dalam limbah menyebabkan konsentrasi limbah meningkat. Tingkat adsorpsi pada zeolit sangat dipengaruhi oleh pH. Sebab pH menentukan tingkat ionisasi larutan. Senyawa asam organik dapat diadsorpsi pada pH yang rendah (asam) dan sebaliknya bahan organik dapat diadsorpsi pada pH 8-9 (Reynold, 1992)

4.1.1.3 Penurunan konsentrasi COD inlet terhadap proses filtrasi dengan menggunakan pasir kuarsa dan kerikil

Proses yang terjadi dalam filtrasi yaitu proses penyaringan. Tipe saringan yang digunakan saringan pasir cepat sedangkan media filtrasi yang digunakan pasir kuarsa dan kerikil. Pasir kuarsa digunakan untuk menyaring COD, sedangkan kerikil sebagai media penyangga pasir kuarsa. Filter pasir kuarsa ini mempunyai fungsi hampir sama dengan zeolit, dimana pasir ini dapat menghilangkan bau, rasa, warna dan sekaligus logam berat karena mempunyai daya serap yang baik. Dapat dilihat pada Tabel 4.1 konsentrasi COD yang melewati media filter dapat turun dengan baik. Artinya media filter yang tersusun atas pasir kuarsa dan kerikil dapat menyaring bahan-bahan organik pada limbah. Penurunan konsentrasi COD terjadi pada menit ke 0, 30, 60 dan 90. Penurunan konsentrasi terbesar terjadi pada menit ke 60 dimana konsentrasi inlet zeolit 4583,46 mg/lit turun menjadi 2220,04 mg/lit atau terjadi efisiensi removal sebesar 51,56%.

Namun pada menit ke 120 dan 150 terjadi kenaikan konsentrasi. Ini dikarenakan media filter telah jenuh. Media filter pada reaktor memiliki ketebalan \pm 40 cm. Ketebalan media filter tersebut hanya dapat menurunkan konsentrasi hingga menit ke 90. Sebab kotoran-kotoran yang tertahan pada media filter ikut terbawa oleh aliran limbah sehingga konsentrasi pada outlet filtrasi mengalami kenaikan. Selain itu limbah laboratorium merupakan limbah campuran yang terdiri dari berbagai bahan, sehingga ukuran molekulnya berbeda-beda. Situasi ini

akan memperburuk penyaringan molekul karena molekul yang lebih besar akan menutup pori sehingga mencegah jalan masuknya molekul yang lebih kecil.

4.1.2 Konsentrasi dan efisiensi total reaktor antara inlet awal dengan outlet filtrasi pada reaktor Aerokarbonfilter.

Berikut adalah akan dibahas efisiensi total dari reaktor aerokarbonfilter jika dibandingkan antara konsentrasi inlet awal sebelum melewati proses pada reaktor dengan konsentrasi outlet akhir yang merupakan hasil akhir dari proses filtrasi. Data hasil penelitian parameter COD untuk konsentrasi dan efisiensi total reaktor dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut ini.

Tabel 4.2 Konsentrasi dan efisiensi total alat untuk parameter COD antara inlet dengan outlet filtrasi.

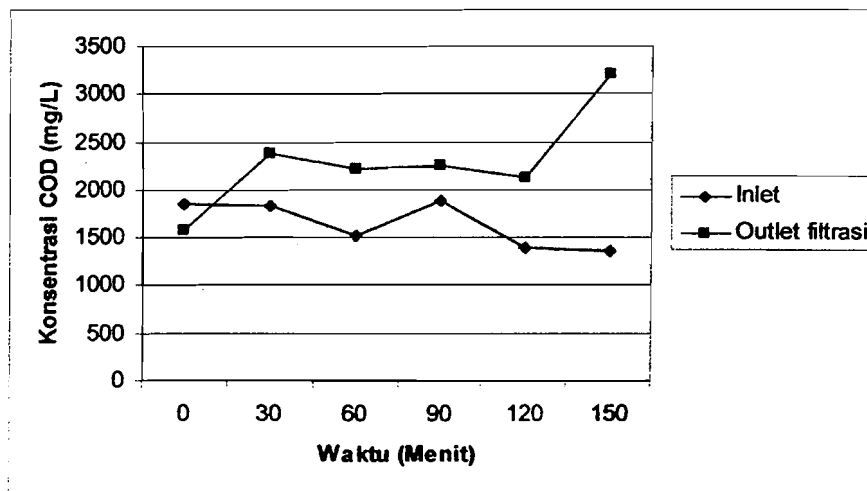
Menit	Inlet awal	Outlet Filtrasi	η (%)
	Konsentrasi (mg/l)	Konsentrasi (mg/l)	
0	1847,67	1568,90	15,09
30	1834,69	2377,73	-29,60*
60	1529,98	2220,04	-45,10*
90	1879,46	2258,19	-20,15*
120	1385,51	2121,86	-53,15*
150	1353,46	3214,55	-137,51*

Keterangan : * = Terjadi Kenaikan

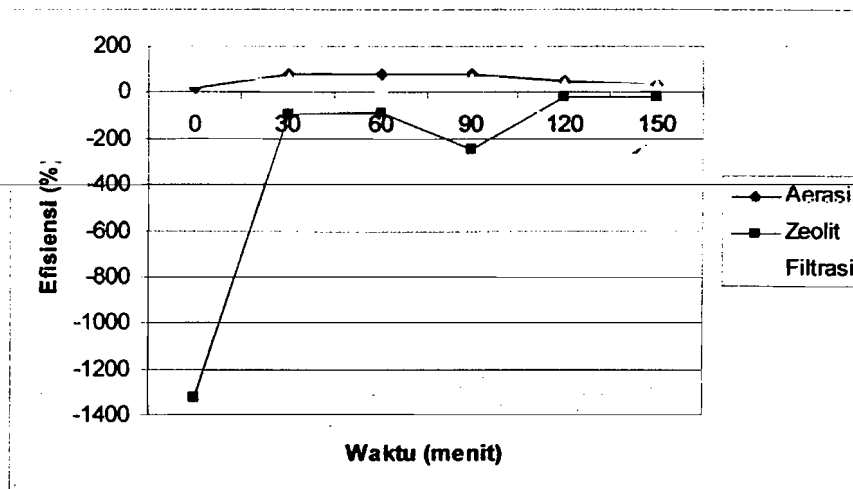
Dari Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa secara keseluruhan reaktor tidak dapat menurunkan konsentrasi COD dengan baik. Penurunan hanya terjadi pada menit ke 0 sebesar 15,09%. Pada menit selanjutnya terjadi peningkatan dimana konsentrasi outlet lebih besar dibandingkan konsentrasi inlet. Hal ini terjadi karena konsentrasi limbah yang terlalu pekat dan waktu tinggal yang terlalu kecil

sehingga kontak yang terjadi antara limbah dengan unit-unit dari reaktor tidak berlangsung lama.

Dari Tabel 4.2 dapat dibuat grafik hubungan antara konsentrasi dan efisiensi total reaktor terhadap waktu antara inlet awal dan outlet filtrasi



Gambar 4. 2 Grafik konsentrasi COD pada inlet dan outlet akhir pada berbagai variasi waktu percobaan



Gambar 4. 3 Grafik efisiensi konsentrasi COD pada berbagai waktu pada proses aerokarbonfilter

Pada Gambar 4.2 konsentrasi inlet dan outlet filtrasi mengalami kenaikan dan penurunan. Dapat dilihat disini bahwa reaktor tidak efisien dalam menurunkan konsentrasi COD. Pada gambar 4.3 efisiensi removal hanya terjadi pada unit aerasi dan filtrasi. Secara keseluruhan reaktor ini tidak dapat bekerja optimal untuk menurunkan konsentrasi COD pada limbah laboratorium. Limbah laboratorium menurut ambang batas Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air kelas II masih melebihi konsentrasi yang diizinkan untuk dibuang ke lingkungan dimana konsentrasi COD yang diizinkan adalah sebesar 25 mg/l.

4.1.3. Penurunan Konsentrasi Amoniak (NH_3)

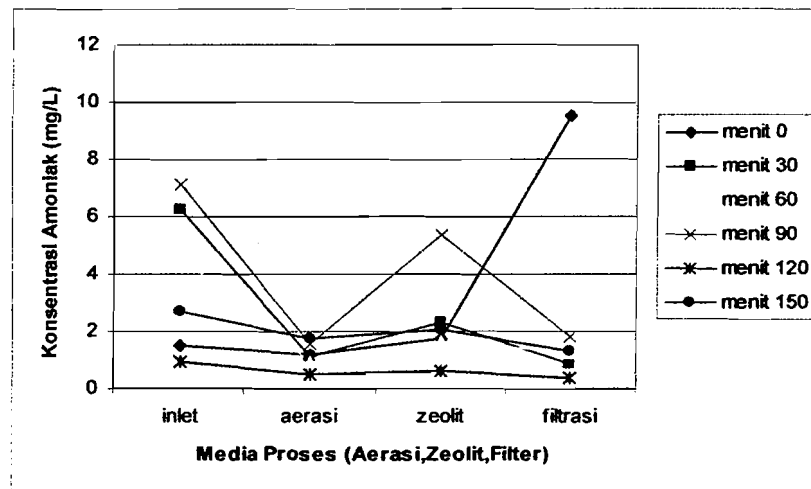
Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan, Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia maka di peroleh konsentrasi pada Tabel 4.3 sebagai berikut :

Tabel 4.3 Hubungan waktu dengan konsentrasi NH_3 terhadap proses Aerasi, Pasir Zeolit dan Filtrasi.

Menit	Inlet awal	Aerasi		Pasir Zeolit		Filtrasi	
	Konsentrasi (mg/l)	Konsentrasi (mg/l)	η (%)	Konsentrasi (mg/l)	η (%)	Konsentrasi (mg/l)	η (%)
0	1,53	1,21	20,92	17,3	-1327*	9,53	44,80
30	6,25	1,16	81,52	2,29	-98,27*	0,87	62,01
60	4,62	0,91	80,30	1,72	-88,46*	1,26	26,53
90	7,13	1,56	78,12	5,39	-245,5*	1,83	66,05
120	0,95	0,52	45,50	0,63	-21,36*	0,37	40,80
150	2,70	1,74	35,62	2,08	-19,60*	1,31	36,87

Keterangan : * = Terjadi Kenaikan

Berdasarkan tabel hasil percobaan tersebut, maka dapat diplotkan grafik yang menjelaskan perbandingan antara konsentrasi NH_3 pada variasi waktu percobaan terhadap media proses yaitu proses yang terjadi di aerasi, adsorpsi, dan filtrasi.



Gambar 4. 4 Grafik perbandingan konsentrasi dengan waktu terhadap media proses

Dari Tabel 4.3 dapat dilihat konsentrasi inlet mengalami naik turun ini disebabkan kurang sempurnanya proses pengadukan sehingga limbah menjadi tidak homogen. Konsentrasi inlet tertinggi terjadi pada menit ke 90 yaitu sebesar 7,13 mg/lt.

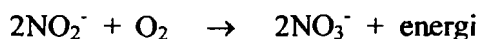
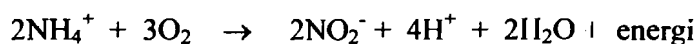
4.1.3.1 Penurunan Konsentrasi NH_3 Inlet terhadap proses Aerasi

Dapat dilihat dari Tabel 4.3 terjadi penurunan konsentrasi NH_3 secara beraturan. Disini proses aerasi berlangsung dengan sempurna dari menit ke 0, 30, 60, dan 90. Walaupun pada menit ke 120 dan 150 terjadi penurunan konsentrasi COD tetapi efisiensi yang dihasilkan tidak semakin tinggi tetapi turun

dibandingkan dengan konsentrasi pada menit-menit sebelumnya. Hal ini terjadi karena konsentrasi inlet yang semakin turun. Namun secara keseluruhan proses aerasi telah dapat menurunkan konsentrasi NH_3 pada menit ke 0, 30, 60, 90, 120, dan 150. *Amoniak* pada suhu dan tekanan yang standar berbentuk gas yang beracun dan sangat korosif. NH_3 tersebut dapat dihilangkan sebagai gas melalui aerasi sampai menjadi N_2 bebas. *Amoniak* dapat hilang dengan meningkatnya kecepatan angin dan suhu. NH_3 yang larut dalam air akan mengambil proton dari air membentuk ion amonium seperti pada reaksi berikut ini :



Amonium yang larut dalam air ini jika bereaksi dengan oksigen maka akan membentuk nitrit (NO_2^-) dan jika terus berlagsung kontak dengan oksigen akan menjadi nitrat (NO_3^-). Nitrit biasanya tidak bertahan lama dan merupakan keadaan sementara proses oksidasi antara amoniak dan nitrat. Seperti pada reaksi berikut ini :



Nitrit dapat membahayakan kesehatan karena dapat bereaksi dengan hemaglobin dalam darah tidak dapat mengangkut oksigen lagi. Nitrat adalah bentuk senyawa yang stabil dan merupakan unsur penting untuk sintesa protein tumbuh-tumbuhan dan hewan, tetapi nitrat dalam konsentrasi yang tinggi dapat menstimulasi pertumbuhan ganggang yang tak terbatas sehingga air kekurangan oksigen terlarut yang menyebabkan kematian ikan.

4.1.3.2 Penurunan konsentrasi NH₃ inlet keluaran dari proses aerasi terhadap proses adsorpsi dengan pasir zeolit

Dilihat dari Tabel 4.3 bahwa konsentrasi NH₃ setelah melewati media zeolit tidak mengalami penurunan melainkan terjadi kenaikan untuk setiap menit percobaannya. Kenaikan tertinggi terjadi pada menit ke 90 sebesar 245,51%. Salah satu faktor yang mempengaruhi kenaikan tersebut adalah limbah yang diolah terlalu pekat. Seperti halnya parameter COD, konsentrasi NH₃ tidak dapat diadsorpsi oleh media zeolit. Hal ini dipengaruhi oleh kepekatan limbah laboratorium dan pH yang sangat asam. Kepekatan menyebabkan jarak antara partikel bahan yang akan diserap terlalu dekat sehingga gaya tarik menarik antara penyerap dan bahan yang akan diserap cukup besar dan terjadi penarikan serentak terhadap bahan yang akan diserap sehingga terjadi penarikan secara bersama-sama hal ini dapat mengakibatkan tertutupnya pori mikro dalam penyerap. Dalam kondisi yang relatif asam, konsentrasi H⁺ (proton) yang relatif tinggi akan menycrang sisi aluminat yang ada dalam kerangka zeolit. Hal ini dapat menyebabkan putusya ikatan antara Al – O dan Si – O dalam kerangka struktur, sehingga zeolit dapat mengalami kerusakan (Dewi, 1999). Tingkat adsorpsi pada zeolit sangat dipengaruhi oleh pH. Sebab pH menentukan tingkat ionisasi larutan. Senyawa asam organik dapat diadsorpsi pada pH yang rendah (asam) dan sebaliknya bahan organik dapat diadsorpsi pada pH 8-9 (Reynold, 1992). Selain itu dalam proses adsorpsi bahan organik perlu diperhatikan komposisi ion dan pengaruh elktrolit lain yang terdapat dalam limbah. Kehadiran logam pada limbah juga memiliki pengaruh besar terhadap adsorpsi bahan organik.

4.1.3.3 Penurunan konsentrasi COD inlet terhadap proses filtrasi dengan menggunakan pasir kuarsa dan kerikil

Dapat dilihat pada Tabel 4.3 Penurunan konsentrasi NH_3 terbesar terjadi pada menit ke 90 sebesar 66,05%. Konsentrasi NH_3 mengalami penurunan karena terjadi proses nitrifikasi. Proses ini terjadi karena ion amonium dioksidasi oleh oksigen sehingga membentuk nitrat. Jika nitrat terus bereaksi dengan oksigen dan karbon yang bersal dari bahan-bahan organik akan membentuk nitrogen bebas di atmosfer. Reaksi tersebut merupakan proses denitrifikasi. Berikut reaksinya :



Dengan terjadinya reaksi tersebut ada sebagian NH_3 yang hilang sebagai nitrogen bebas dan tersaring oleh media filter.

4.1.4 Konsentrasi dan efisiensi total reaktor antara Inlet awal dengan outlet filtrasi pada reaktor Aerokarbonfilter.

Berikut adalah akan dibahas efisiensi total dari reaktor aerokarbonfilter jika dibandingkan antara konsentrasi inlet awal sebelum melewati proses pada reaktor dengan konsentrasi outlet akhir yang merupakan hasil ahir dari proses filtrasi. Data hasil penelitian parameter NH_3 untuk konsentrasi dan efisiensi total reaktor dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut ini.

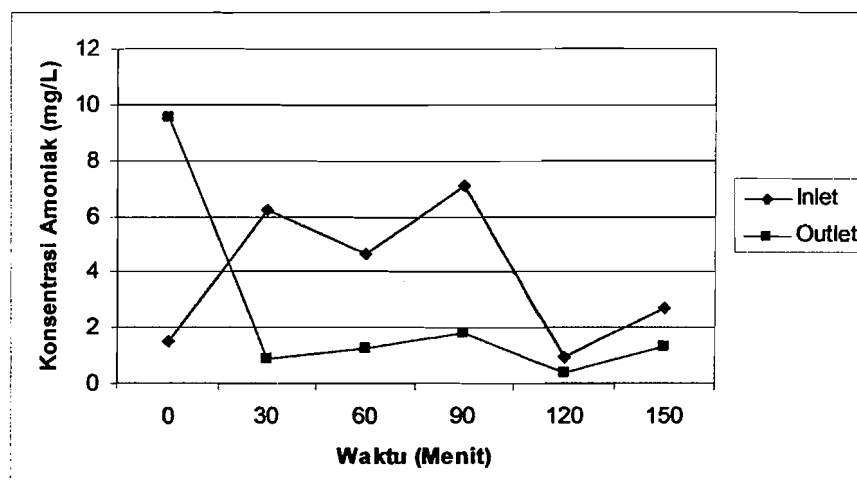
Tabel 4.4 Konsentrasi dan efisiensi total alat untuk parameter NH_3 antara inlet dengan outlet filtrasi.

Menit	Inlet awal	Outlet Filtrasi	η (%)
	Konsentrasi (mg/l)	Konsentrasi (mg/l)	
0	1,53	9,53	-522,88*
30	6,25	0,87	86,08
60	4,62	1,26	72,73
90	7,13	1,83	74,33
120	0,95	0,37	60,85
150	2,70	1,31	51,39

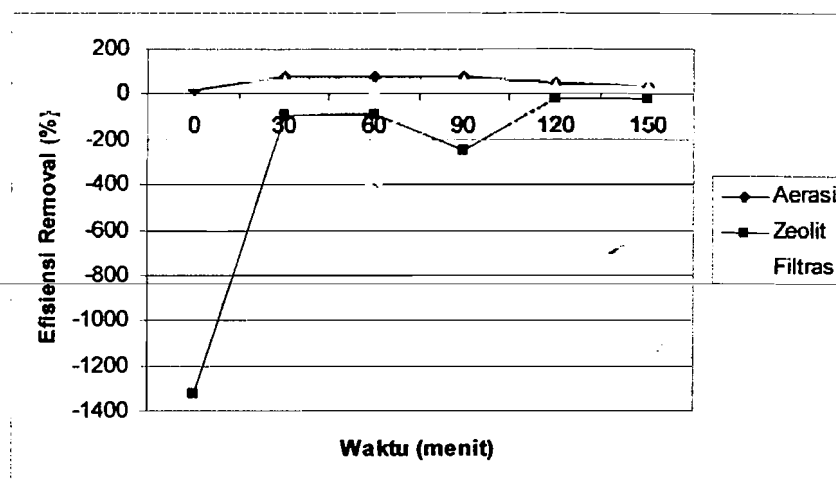
Keterangan : * = Terjadi Kenaikan

Secara keseluruhan pada Tabel 4.4 reaktor aerokarbonfilter dapat menurunkan konsentrasi NH_3 dengan baik. Efisiensi removal terbesar terjadi pada menit ke 30 sebesar 86,08%. Hal ini terjadi karena proses aerasi dan filtrasi yang baik. Meskipun zeolit tidak mampu menurunkan konsentrasi NH_3 tetapi dengan adanya media filter dapat menahan sejumlah bahan-bahan organik.

Dari Tabel 4.4 dapat dibuat grafik hubungan antara konsentrasi dan efisiensi total reaktor terhadap waktu antara inlet awal dan outlet filtrasi.



Gambar 4. 5 Grafik konsentrasi NH_3 pada inlet dan outlet akhir pada berbagai variasi waktu percobaan



Gambar 4. 6 Grafik efisiensi konsentrasi NH_3 pada berbagai waktu pada proses aerokarbonfilter

Dapat dilihat pada Gambar 4.5 bahwa konsentrasi inlet yang kecil pada menit ke 0 menyebabkan konsentrasi outlet tinggi. Namun pada menit-menit selanjutnya konsentrasi inlet yang semakin meningkat setelah melewati reaktor mengalami penurunan. Pada Gambar 4.6 dapat dilihat bahwa media zeolit menyebabkan terjadinya kenaikan pada konsentrasi NH_3 . Penurunan konsentrasi berlangsung baik pada proses aerasi dan filtrasi. Meskipun reaktor aerokarbonfilter dapat menurunkan konsentrasi NH_3 tetapi limbah laboratorium masih melebihi ambang batas baku mutu limbah cair. Menurut ambang batas Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air kelas II dimana konsentrasi NH_3 sebesar 1 mg/l.

4.2 Analisa Statistik

Data hasil penelitian dengan menggunakan reaktor aerokarbonfilter akan dilakukan uji statistik yaitu dengan analisa statistik dengan ANOVA. Uji ini dilakukan untuk mengetahui apakah perbedaan penurunan konsentrasi antara proses (inlet, aerasi, zeolit, dan filtrasi) secara statistik signifikan atau tidak.

Berikut adalah hipotesisnya.

Hipotesis :

H_0 = Perbedaan penurunan konsentrasi antara proses (inlet, aerasi, zeolit, dan filtrasi) secara statistik tidak signifikan.

H_1 = Perbedaan penurunan konsentrasi antara proses (inlet, aerasi, zeolit, dan filtrasi) secara statistik signifikan

Dengan syarat jika $\alpha > 0,05$ maka H_0 diterima.

4.2.1 Analisa Statistik Konsentrasi COD

4.2.1.1 Analisa COD inlet terhadap aerasi dengan ANOVA

Langkah 1

H_a = Ada perbedaan yang signifikan antara hasil analisa konsentrasi COD inlet dan aerasi

H_o = Tidak ada perbedaan yang signifikan antara hasil analisa konsentrasi COD dan aerasi

Langkah 2

$$A_1 = A_2$$

$$A_1 \neq A_2$$

Langkah 3

Hasil kadar COD				
No	A_1	A_2	$(A_1)^2$	$(A_2)^2$
1	1847.67	1738.04	3413884.43	3020783.04
2	1834.69	1703.45	3366087.40	2901741.90
3	1529.98	1470.21	2340838.80	2161517.44
4	1879.46	2001.04	3532369.89	4004161.08
5	1385.51	1970.52	1919637.96	3882949.07
6	1353.46	1991.37	1831853.97	3965554.48

Statistik				Total (T)
n		6	6	12
$\sum X$		9830.77	10874.63	20705.40
$\sum X^2$		16404672.45	19936707.02	36341379.47
AVR X		1638.46	1812.44	3450.90
$(\sum X)^2/n_{A1}$		16107339.80	19709596.27	35816936.07

Langkah 4

Mencari jumlah kuadrat antar grup (JKA)

$$= (((9830.77^2)/6) + ((10874.63^2)/6) - ((20705.40^2)/12)))$$

$$= 90803.642$$

Langkah 5

Mencari derajat kebebasan antar grup (dKA)

$$dKA = A - 1$$

Langkah 6

Mencari kuadrat rerata antar grup (kRA)

$$= 90803.642/1$$

$$= 90803.642$$

Langkah 7

Mencari jumlah kuadrat dalam antar grup (JKD)

$$= 36341379.47 - (((9830.77^2)/6) + ((10874.63^2)/6)))$$

$$= 524443.394$$

Langkah 8

Mencari derajat kebebasan dalam antar grup (DKD)

$$DKD = N - A$$

$$12 - 2 = 10$$

Langkah 9

Mencari kuadrat rerata dalam antar grup (krd)

$$KRD = JKD/DKD$$

$$= 524443.394/10$$

$$= 52444.339$$

Langkah 10

Mencari nilai F hitung

$$\begin{aligned} F \text{ hitung} &= KRA/KRD \\ &= 90803.642/52444.339 \\ &= 1.731 \end{aligned}$$

Langkah 11

Menentukan kaidah pengujian

Jika $F \geq F \text{ tabel}$, maka tolak H_0 artinya signifikan

Jika $F \leq F \text{ tabel}$, maka terima H_0 artinya tidak signifikan

Langkah 12

Mencari F tabel

$$F \text{ tabel} = F (1 - \alpha) (dkA, dkD)$$

$$F \text{ tabel} = F (1 - 0.05) (1, 10)$$

$$F \text{ tabel} = F (0.95) (1, 10)$$

$$F \text{ tabel} = 4,96$$

Langkah 13

Membandingkan F hitung dengan F tabel

$$F \text{ hitung} \geq F \text{ tabel}$$

$$1,731 \leq 4,96$$

Langkah 14

Menyimpulkan

Jika $F \leq F \text{ tabel}$, maka terima H_0 artinya tidak signifikan

Penurunan konsentrasi COD dari data hasil percobaan dengan reaktor aerokarbonfilter menggunakan analisa anova. Pada proses aerasi diperoleh nilai F hitung 1,731 dan nilai F tabel 4,96 dapat disimpulkan bahwa $F \leq F$ tabel, maka terima H_0 artinya tidak signifikan. Dengan kata lain terjadi penurunan konsentrasi yang tidak signifikan dari inlet dengan outlet aerasi.

4.2.1.2 Analisa COD inlet terhadap zeolit dengan ANOVA

Langkah 1

H_a = Ada perbedaan yang signifikan antara hasil analisa konsentrasi COD inlet dan zeolit

H_0 = Tidak ada perbedaan yang signifikan antara hasil analisa konsentrasi COD dan zeolit

Langkah 2

$$A_1 = A_2$$

$$A_1 \neq A_2$$

Langkah 3

Hasil kadar COD				
No	A_1	A_2	$(A_1)^2$	$(A_2)^2$
1	1847.67	2978.00	3413884.43	8868484.00
2	1834.69	2610.97	3366087.40	6817164.34
3	1529.98	4583.46	2340838.80	21008105.57
4	1879.46	3090.17	3532369.89	9549150.63
5	1385.51	2108.88	1919637.96	4447374.85
6	1353.46	2274.21	1831853.97	5172031.12

Statistik				Total (T)
n		6	6	12
$\sum X$		9830.77	17645.69	27476.46
$\sum X^2$		16404672.45	50690279.40	67094951.84
AVR X		1638.46	2940.95	4579.41
$(\sum X)^2/n_{A1}$		16107339.80	51895062.60	68002402.39

Langkah 4

Mencari jumlah kuadrat antar grup (JKA)

$$= (((9830.77^2)/6) + ((17645.69^2)/6) - ((27476.46^2)/12)))$$

$$= 5089414.6$$

Langkah 5

Mencari derajat kebebasan antar grup (dKA)

$$dKA = A - 1$$

Langkah 6

Mencari kuadrat rerata antar grup (kRA)

$$= 5089414.6/1$$

$$= 5089414.6$$

Langkah 7

Mencari jumlah kuadrat dalam antar grup (JKD)

$$= 67094951.84 - (((9830.77^2)/6) + ((17645.69^2)/6)))$$

$$= -907450.55$$

Langkah 8

Mencari derajat kebebasan dalam antar grup (DKD)

$$DKD = N - A$$

$$12 - 2 = 10$$

Langkah 9

Mencari kuadrat rerata dalam antar grup (krd)

$$\begin{aligned} \text{KRD} &= \text{JKD}/\text{DKD} \\ &= -907450.55/10 \\ &= -90745.1 \end{aligned}$$

Langkah 10

Mencari nilai F hitung

$$\begin{aligned} \text{F hitung} &= \text{KRA}/\text{KRD} \\ &= 5089414.6/-90745.1 \\ &= -56.085 \end{aligned}$$

Langkah 11

Menentukan kaidah pengujian

Jika $F \geq F$ tabel, maka tolak H_0 artinya signifikan

Jika $F \leq F$ tabel, maka terima H_0 artinya tidak signifikan

Langkah 12

Mencari F tabel

$$F \text{ tabel} = F (1 - \alpha) (dkA, dkD)$$

$$F \text{ tabel} = F (1 - 0,05) (1, 10)$$

$$F \text{ tabel} = F (0,95) (1, 10)$$

$$F \text{ tabel} = 4,96$$

Langkah 13

Membandingkan F hitung dengan F tabel

$$F \text{ hitung} \geq F \text{ tabel}$$

$$-56.085 \leq 4,96$$

Langkah 14

Menyimpulkan

Jika $F \leq F$ tabel, maka terima H_0 artinya tidak signifikan

Penurunan konsentrasi COD dari data hasil percobaan dengan reaktor aerokarbonfilter menggunakan analisa anova. Pada proses adsorpsi dengan media zeolit diperoleh nilai F hitung -56,085 dan nilai F tabel 4,96 dapat disimpulkan bahwa $F \leq F$ tabel, maka terima H_0 artinya tidak signifikan. Dengan kata lain terjadi peningkatan konsentrasi yang tidak signifikan dari inlet dengan outlet zeolit.

4.2.1.3 Analisa COD inlet terhadap filtrasi dengan ANOVA**Langkah 1**

H_a = Ada perbedaan yang signifikan antara hasil analisa konsentrasi COD inlet dan filtrasi

H_0 = Tidak ada perbedaan yang signifikan antara hasil analisa konsentrasi COD dan filtrasi

Langkah 2

$$A_1 = A_2$$

$$A_1 \neq A_2$$

Langkah 3

Hasil kadar COD				
No	A ₁	A ₂	(A ₁) ²	(A ₂) ²
1	1847.67	1568.90	3413884.43	2461447.21
2	1834.69	2377.73	3366087.40	5653599.95
3	1529.98	2220.04	2340838.80	4928577.60
4	1879.46	2258.19	3532369.89	5099422.08
5	1385.51	2121.86	1919637.96	4502289.86
6	1353.46	3214.55	1831853.97	10333331.70

Statistik				Total (T)
n		6	6	12
$\sum X$		9830.8	13761.270	23592.04
$\sum X^2$		16404672.45	32978668.403	49383340.85
AVR X		1638.46	2293.545	3932.007
$(\sum X)^2/n_{A1}$		16107339.8	31562092.002	47669431.8

Langkah 4

Mencari jumlah kuadrat antar grup (JKA)

$$= (((9830.77^2)/6) + ((13761.270^2)/6) - ((23592.04^2)/12))$$

$$= 1287402,521$$

Langkah 5

Mencari derajat kebebasan antar grup (dKA)

$$dKA = A - 1$$

Langkah 6

Mencari kuadrat rerata antar grup (kRA)

$$= 1287402.521/1$$

$$= 1287402.521$$

Langkah 7

Mencari jumlah kuadrat dalam antar grup (JKD)

$$= 49383340.85 - (((9830.77^2)/6) + ((13761.270^2)/6))$$
$$= 1713909.05$$

Langkah 8

Mencari derajat kebebasan dalam antar grup (DKD)

$$DKD = N - A$$
$$12 - 2 = 10$$

Langkah 9

Mencari kuadrat rerata dalam antar grup (krd)

$$KRD = JKD/DKD$$
$$= 1713909.05/10$$
$$= 171390.905$$

Langkah 10

Mencari nilai F hitung

$$F \text{ hitung} = KRA/KRD$$
$$= 1287402.521/171390.905$$
$$= 7.511$$

Langkah 11

Menentukan kaidah pengujian

Jika $F \geq F \text{ tabel}$, maka tolak H_0 artinya signifikan

Jika $F \leq F \text{ tabel}$, maka terima H_0 artinya tidak signifikan

Langkah 12

Mencari F tabel

$$F \text{ tabel} = F (1 - \alpha) (dkA, dkD)$$

$$F \text{ tabel} = F (1 - 0,05) (1, 10)$$

$$F \text{ tabel} = F (0,95) (1, 10)$$

$$F \text{ tabel} = 4,96$$

Langkah 13

Membandingkan F hitung dengan F tabel

$$F \text{ hitung} \geq F \text{ tabel}$$

$$7,511 \geq 4,96$$

Langkah 14

Menyimpulkan

$F \geq F \text{ tabel}$, maka tolak H_0 artinya signifikan

Penurunan konsentrasi COD dari data hasil percobaan dengan reaktor aerokarbonfilter menggunakan analisa anova. Pada proses filtrasi dengan media pasir kuarsa dan kerikil diperoleh F hitung 7,511 dan nilai F tabel 4,96. Dengan demikian dari proses filtrasi diperoleh $F \leq F \text{ tabel}$, maka terima H_0 artinya tidak signifikan. Atau dengan kata lain terjadi penurunan konsentrasi COD yang signifikan dari inlet dengan outlet filtrasi.

4.2.2 Analisa Statistik Konsentrasi NH_3 **4.2.2.1 Analisa NH_3 inlet terhadap aerasi dengan ANOVA**

Langkah 1

H_a = Ada perbedaan yang signifikan antara hasil analisa konsentrasi NH_3 inlet dan aerasi

H_o = Tidak ada perbedaan yang signifikan antara hasil analisa konsentrasi NH_3 dan aerasi

Langkah 2

$$A_1 = A_2$$

$$A_1 \neq A_2$$

Langkah 3

Hasil kadar NH_3				
No	A_1	A_2	$(A_1)^2$	$(A_2)^2$
1	1.53	1.21	2.34	1.46
2	6.25	1.16	39.06	1.33
3	4.62	0.91	21.34	0.83
4	7.15	1.56	51.15	2.43
5	0.95	0.52	0.89	0.27
6	2.70	1.74	7.26	3.01

Statistik				Total (T)
n		6	6	12
$\sum X$		23.19	7.09	30.28
$\sum X^2$		122.05	9.34	131.39
AVR X		3.87	1.18	5.05
$(\sum X)^2/n_{A1}$		89.64	8.37	98.01

Langkah 4

Mencari jumlah kuadrat antar grup (JKA)

$$= (((23.19^2)/6) + ((7.09^2)/6) - ((30.28^2)/12))$$

$$= 21.620$$

Langkah 5

Mencari derajat kebebasan antar grup (dKA)

$$dKA = A - 1$$

Langkah 6

Mencari kuadrat rerata antar grup (kRA)

$$= 21.620/1$$

$$= 21.620$$

Langkah 7

Mencari jumlah kuadrat dalam antar grup (JKD)

$$= 131.39 - (((23.19^2)/6) + ((7.09^2)/6))$$

$$= 33,4$$

Langkah 8

Mencari derajat kebebasan dalam antar grup (DKD)

$$DKD = N - A$$

$$12 - 2 = 10$$

Langkah 9

Mencari kuadrat rerata dalam antar grup (krd)

$$KRD = JKD/DKD$$

$$= 33,4/10$$

$$= 3,34$$

Langkah 10

Mencari nilai F hitung

$$F \text{ hitung} = KRA/KRD$$

$$= 21.620/3,34$$

$$= 6,477$$

Langkah 11

Menentukan kaidah pengujian

Jika $F \geq F$ tabel, maka tolak H_0 artinya signifikan

Jika $F \leq F$ tabel, maka terima H_0 artinya tidak signifikan

Langkah 12

Mencari F tabel

$$F \text{ tabel} = F (1 - \alpha) (dkA, dkD)$$

$$F \text{ tabel} = F (1 - 0,05) (1, 10)$$

$$F \text{ tabel} = F (0,95) (1, 10)$$

$$F \text{ tabel} = 4,96$$

Langkah 13

Membandingkan F hitung dengan F tabel

$$F \text{ hitung} \geq F \text{ tabel}$$

$$6,477 \geq 4,96$$

Langkah 14

Menyimpulkan

$F \geq F$ tabel, maka tolak H_0 artinya signifikan

Penurunan konsentrasi NH_3 dari data hasil percobaan dengan reaktor aerokarbonfilter menggunakan analisa anova. Pada proses aerasi diperoleh F hitung 6,477 dan nilai F tabel 4,96. Dengan demikian dari proses aerasi diperoleh

$F \leq F$ tabel, maka terima H_0 artinya tidak signifikan. Atau dengan kata lain terjadi penurunan konsentrasi NH_3 yang tidak signifikan dari inlet dengan outlet aerasi.

4.2.2.2 Analisa NH_3 inlet terhadap zeolit dengan ANOVA

Langkah 1

H_a = Ada perbedaan yang signifikan antara hasil analisa konsentrasi NH_3 inlet dan zeolit

H_0 = Tidak ada perbedaan yang signifikan antara hasil analisa konsentrasi NH_3 dan zeolit

Langkah 2

$$A_1 = A_2$$

$$A_1 \neq A_2$$

Langkah 3

Hasil kadar NH_3				
No	A_1	A_2	$(A_1)^2$	$(A_2)^2$
1	1.53	17.3	2.34	299.29
2	6.25	2.29	39.06	5.24
3	4.62	1.72	21.34	2.96
4	7.15	5.39	51.15	29.05
5	0.95	0.63	0.89	0.40
6	2.70	2.08	7.26	4.33

Statistik				Total (T)
n		6	6	12
$\sum X$		23.19	29.41	52.60
$\sum X^2$		122.05	336.94	459.00
AVR X		3.87	4.90	8.77
$(\sum X)^2/n_{A1}$		89.64	144.16	233.80

Langkah 4

Mencari jumlah kuadrat antar grup (JKA)

$$= (((23.19^2)/6) + ((29.41^2)/6) - ((52.60^2)/12)))$$

$$= 3,22$$

Langkah 5

Mencari derajat kebebasan antar grup (dKA)

$$dKA = A - 1$$

Langkah 6

Mencari kuadrat rerata antar grup (kRA)

$$= 3,22/1$$

$$= 3,22$$

Langkah 7

Mencari jumlah kuadrat dalam antar grup (JKD)

$$= 459.00 - (((23.19^2)/6) + ((29.41^2)/6)))$$

$$= 225,19$$

Langkah 8

Mencari derajat kebebasan dalam antar grup (DKD)

$$DKD = N - A$$

$$12 - 2 = 10$$

Langkah 9

Mencari kuadrat rerata dalam antar grup (krd)

$$KRD = JKD/DKD$$

$$= 225,19/10$$



$$= 22,52$$

Langkah 10

Mencari nilai F hitung

$$F \text{ hitung} = KRA/KRD$$

$$= 3,22/22,52$$

$$= 0,143$$

Langkah 11

Menentukan kaidah pengujian

Jika $F \geq F \text{ tabel}$, maka tolak H_0 artinya signifikan

Jika $F \leq F \text{ tabel}$, maka terima H_0 artinya tidak signifikan

Langkah 12

Mencari F tabel

$$F \text{ tabel} = F (1 - \alpha) (dkA, dkD)$$

$$F \text{ tabel} = F (1 - 0.05) (1, 10)$$

$$F \text{ tabel} = F (0,95) (1, 10)$$

$$F \text{ tabel} = 4,96$$

Langkah 13

Membandingkan F hitung dengan F tabel

$$F \text{ hitung} \geq F \text{ tabel}$$

$$0,143 \leq 4,96$$

Langkah 14

Menyimpulkan

$F \text{ hitung} \leq F \text{ tabel}$ maka terima H_0 artinya tidak signifikan

Penurunan konsentrasi NH_3 dari data hasil percobaan dengan reaktor aerokarbonfilter menggunakan analisa anova. Pada proses adsorpsi diperoleh F hitung 0,143 dan nilai F tabel 4,96. Dengan demikian dari proses adsorpsi dengan media zeolit diperoleh $F \leq F$ tabel, maka terima H_0 artinya tidak signifikan. Atau dengan kata lain terjadi penurunan konsentrasi NH_3 yang tidak signifikan dari inlet dengan outlet zeolit.

4.2.2.3 Analisa NH_3 inlet terhadap filtrasi dengan ANOVA

Langkah 1

H_a = Ada perbedaan yang signifikan antara hasil analisa konsentrasi NH_3 inlet dan filtrasi

H_0 = Tidak ada perbedaan yang signifikan antara hasil analisa konsentrasi NH_3 dan filtrasi

Langkah 2

$$A_1 = A_2$$

$$A_1 \neq A_2$$

Langkah 3

No	Hasil kadar NH_3			
	A_1	A_2	$(A_1)^2$	$(A_2)^2$
1	1.53	9.53	2.34	90.82
2	6.25	0.87	39.06	0.76
3	4.62	1.26	21.34	1.59
4	7.15	1.83	51.15	3.35
5	0.95	0.37	0.89	0.14
6	2.70	1.31	7.26	1.72

Statistik				Total (T)
n		6	6	12
$\sum X$		23.19	15.17	38.36
$\sum X^2$		122.05	98.37	220.42
AVR X		3.87	2.53	6.39
$(\sum X)^2/n_{A1}$		89.64	38.35	128.00

Langkah 4

Mencari jumlah kuadrat antar grup (JKA)

$$= (((23.19^2)/6) + ((15.17^2)/6) - ((38.36^2)/12))$$

$$= 5,363$$

Langkah 5

Mencari derajat kebebasan antar grup (dKA)

$$dKA = A - 1$$

Langkah 6

Mencari kuadrat rerata antar grup (kRA)

$$= 5.363/1$$

$$= 5,363$$

Langkah 7

Mencari jumlah kuadrat dalam antar grup (JKD)

$$= 220.42 - (((23.19^2)/6) + ((15.17^2)/6))$$

$$= 92,423$$

Langkah 8

Mencari derajat kebebasan dalam antar grup (DKD)

$$DKD = N - A$$

$$12 - 2 = 10$$

Langkah 9

Mencari kuadrat rerata dalam antar grup (krd)

$$\begin{aligned} \text{KRD} &= \text{JKD}/\text{DKD} \\ &= 92,423/10 \\ &= 9,242 \end{aligned}$$

Langkah 10

Mencari nilai F hitung

$$\begin{aligned} \text{F hitung} &= \text{KRA}/\text{KRD} \\ &= 5,363/9,242 \\ &= 0,580 \end{aligned}$$

Langkah 11

Menentukan kaidah pengujian

Jika $F \geq F \text{ tabel}$, maka tolak H_0 artinya signifikan

Jika $F \leq F \text{ tabel}$, maka terima H_0 artinya tidak signifikan

Langkah 12

Mencari F tabel

$$F \text{ tabel} = F (1 - \alpha) (dkA, dkD)$$

$$F \text{ tabel} = F (1 - 0,05) (1, 10)$$

$$F \text{ tabel} = F (0,95) (1, 10)$$

$$F \text{ tabel} = 4,96$$

Langkah 13

Membandingkan F hitung dengan F tabel

$$F \text{ hitung} \geq F \text{ tabel}$$

$$0,580 \leq 4,96$$

Langkah 14

Menyimpulkan

F hitung \leq F tabel maka terima H_0 artinya tidak signifikan

Penurunan konsentrasi NH_3 dari data hasil percobaan dengan reaktor aerokarbonfilter menggunakan analisa anova. Pada proses filtrasi dengan media pasir kuarsa dan kerikil diperoleh F hitung 0,580 dan nilai F tabel 4,96. Dengan demikian dari proses filtrasi diperoleh $F \leq F$ tabel, maka terima H_0 artinya tidak signifikan. Atau dengan kata lain terjadi penurunan konsentrasi NH_3 yang tidak signifikan dari inlet dengan outlet filtrasi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat ditarik suatu kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil penelitian proses aerasi untuk menurunkan konsentrasi COD hanya terjadi pada menit ke 0 dengan efisiensi removal sebesar 15.09%. Pada menit selanjutnya terjadi peningkatan dimana konsentrasi outlet lebih besar dibandingkan konsentrasi inlet. Hal ini terjadi karena konsentrasi limbah yang terlalu pekat dan waktu tinggal yang terlalu kecil sehingga kontak yang terjadi antara limbah dengan unit-unit dari reaktor tidak berlangsung lama.
2. Dari hasil penelitian proses aerasi untuk menurunkan konsentrasi NH_3 terjadi pada menit ke 30, 60, 90, dan 120. Efisiensi removal terjadi pada menit ke 30 sebesar 86,08%. Hal ini terjadi karena proses aerasi dan filtrasi yang baik.
3. Pada penelitian ini media zeolit tidak mampu menurunkan konsentrasi dari COD dan NH_3 , sehingga terjadi kenaikan konsentrasi dari outlet zeolit. Hal ini dikarenakan limbah laboratorium termasuk limbah yang sangat asam dengan kisaran pH 2 sehingga dapat merusak/memutuskan ikatan rangka aluminat yang terdapat pada zeolit. Sehingga pengotor-pengotor organik yang terdapat pada rangka ikut larut di dalam limbah dan meningkatkan konsentrasi limbah

5.2 Saran

Berdasarkan pada hasil penelitian yang telah dilakukan dan kesimpulan di atas maka perlu diajukan beberapa saran sebagai berikut :

1. Pada saat proses percobaan, sebaiknya diperhatikan kondisi limbah agar dapat diketahui keadaan yang homogen dan sebaiknya ada pengadukan pada saat proses percobaan maupun sebelum dilakukan percobaan.
2. Perlu dilakukan lagi penelitian menggunakan reaktor aerokarbonfilter berdasarkan variasi diameter butiran dalam mencari efektifitas penyaringan.
3. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan variasi debit yang lebih besar lagi, agar waktu detensi yang didapat bisa lebih lama, sehingga proses yang terjadi bisa berjalan sempurna. Selain itu juga agar dapat diketahui pada debit berapa didapat efisiensi reaktor terbesar.
4. Pengaktifan zeolit sangat dianjurkan, karena pengaktifan ini merupakan salah satu faktor dalam kemampuan zeolit sebagai adsorpsi, sehingga diharapkan diperoleh efisiensi yang optimal dalam menurunkan konsentrasi COD dan NH_3 .
5. Perlu dilakukan penelitian selanjutnya dengan variasi pH limbah, agar dapat diketahui pada pH berapa penyerapan oleh zeolit yang paling optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, H, (1992). "*Kimia unsur dan radiokimia*", UI Press, Jakarta
- Alaerts,G. 1984, *Metode Penelitian Air*, Usaha Nasional Indonesia, hal. 86-102,149-244
- Effendi, Hefni, 2003, "*Telaah Kualitas Air*", Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan, Kanisius, Yogyakarta.
- Metcalf and Eddy, 1991, "*Wastewater Engineering Treatment, Disposal and Reuse 3rd Edition*" , Mc Graw, Inc, New York, USA
- Reynolds. TD, 1982. *Unit Operations and Process in Environmental Engineering*, Texas A&M University, Brooks/Cole Engineering Division, Monterey, California, USA, pp. 165 – 166.
- Soemirat, J, (1994), "*Kesehatan Lingkungan*", Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Supranto, 1996, "*Pemakaian Karbon Aktif Dalam Penyediaan Air Minum*", jurnal ilmiah STTL, Yogyakarta.
- Susanto. GH, 2000,"*Diktat Kuliah Teknik Lingkungan*", Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
- Sugiharto, 1987, *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah*, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Wardana, 1995. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Penerbit: Andi Offset, Yogyakarta

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	NAMA	NO MHS	PRODI
1	Wahyu Mulyanti	02513085	Teknik Lingkungan
2			


JUDUL TUGAS AKHIR: Penurunan Kadar Amonia (NH₃) dan Chemical Oxygen Demand (COD) Pada Limbah Cair Laboratorium Menggunakan Reaktor Aerokarb. Filter

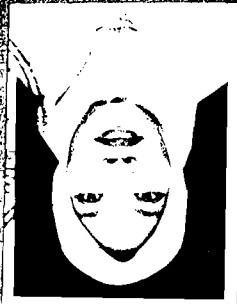
PERIODE IV

TAHUN: Genap 2005/2006

No	kegiatan	Mei	Juni	Juli	Agt	Sep	Nov
1	Pendaftaran						
2	Penentuan Dosen Pembimbing						
3	Pembuatan Proposal						
4	Seminar Proposal						
5	Konsultasi Penyusunan TA						
6	Sidang -sidang						
7	Pendaftaran						

DOSEN PEMBIMBING I
 Ir. H. Kasam, MT
 DOSEN PEMBIMBING II
 Eko Siswyo, ST
 DOSEN PEMBIMBING III

Yogyakarta, 13 Juli 2006
 Koordinator TA

 (Eko Siswyo, ST)



nama
 Sifat
 Pendidikan

CATATAN KONSULTASI PASIEN AKHIR

No	Tanggal	Catatan Konsultasi	Pembil	Panda Iangan
1.	9/02	cek mass cod		Pemb II
2.	28/06	Konsultasi di RS. HANANDA Pemb II	Pemb II	Pemb II
3.	25/02	Konsultasi di RS. HANANDA Pemb II	Pemb II	Pemb II
4.	25/02	Konsultasi di RS. HANANDA Pemb II	Pemb II	Pemb II
5.	25/02	Konsultasi di RS. HANANDA Pemb II	Pemb II	Pemb II
		Konsultasi di RS. HANANDA Pemb II	Pemb II	Pemb II

LAMPIRAN I

1. Metode pengujian Amoniak (NH_3) (SNI)
2. Metode pengujian Chemical Oxygen Demand (COD) (SNI)

SNI

Standar Nasional Indonesia

SNI 06-6969.2-2004

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

Daftar Isi

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

Prakata

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

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

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

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

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

1 Ruang lingkup

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

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

2 Istilah dan definisi

2.1

larutan induk

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

2.2

larutan baku

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

2.3

larutan kerja

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

2.4

larutan blanko atau air suling bebas organik

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

2.5

kurva kalibrasi

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

2.6

blind sample

larutan baku dengan kadar tertentu

2.7

spike matrix

contoh uji yang diperkaya dengan larutan baku dengan kadar tertentu

2.8

SRM (Standard Reference Material)

bahan standar yang tertelusur ke sistem nasional

3.3 Peralatan

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

3.4 Keselamatan kerja

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

3.5 Persiapan dan pengawetan contoh uji

3.5.1 Persiapan contoh uji

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

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

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

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

3.5.2 Pengawetan contoh uji

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

3.6 Persiapan pengujian

Pembuatan kurva kalibrasi

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

3.7 Prosedur

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

3.8 Perhitungan

Nilai KOK : sebagai mg /L O₂

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

4 Jaminan mutu dan pengendalian mutu

4.1 Jaminan mutu

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

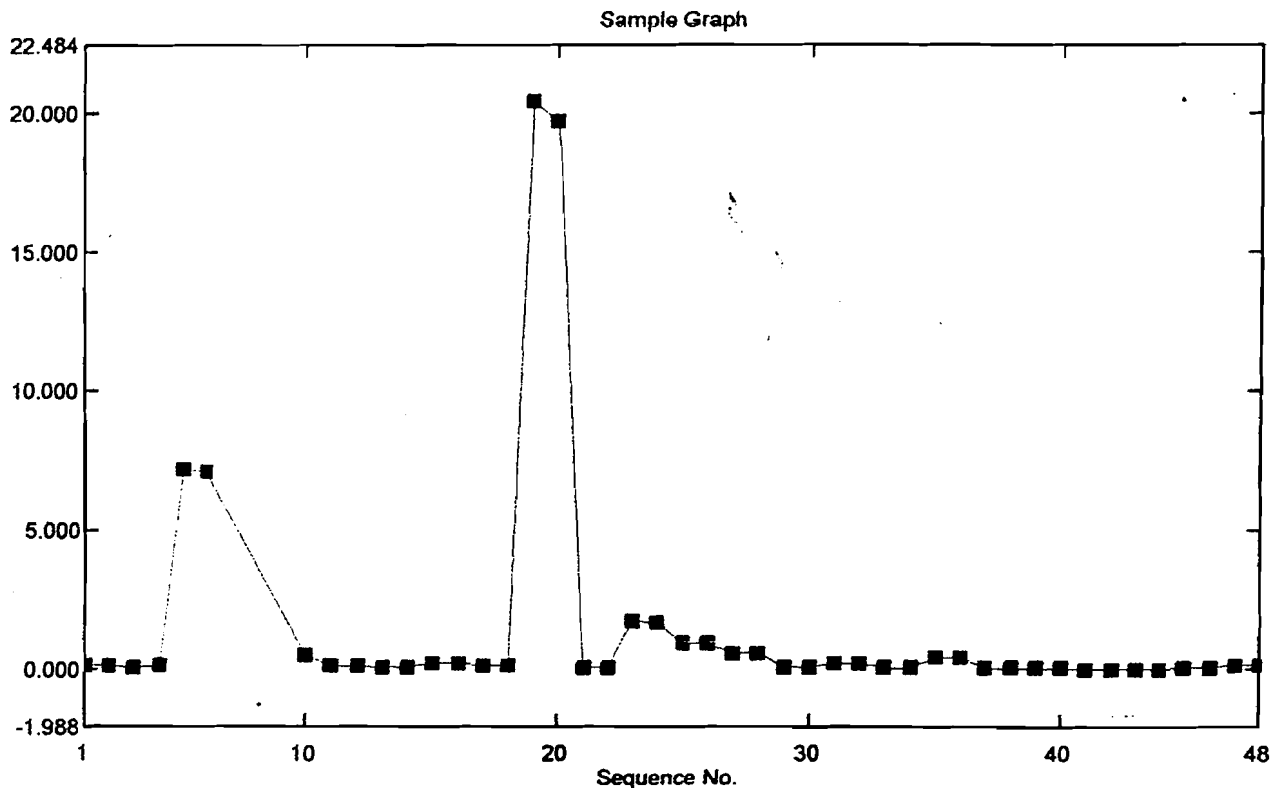
-
1. DATA HASIL PEMERIKSAAN AMONIAK
(NH_3)
 2. DATA CHEMICAL OXYGEN DEMAND
(COD)

LAMPIRAN II

Sample Table Report

07/13/2006 10:20:50 AM

File Name: F:\Ayu Amonia.pho



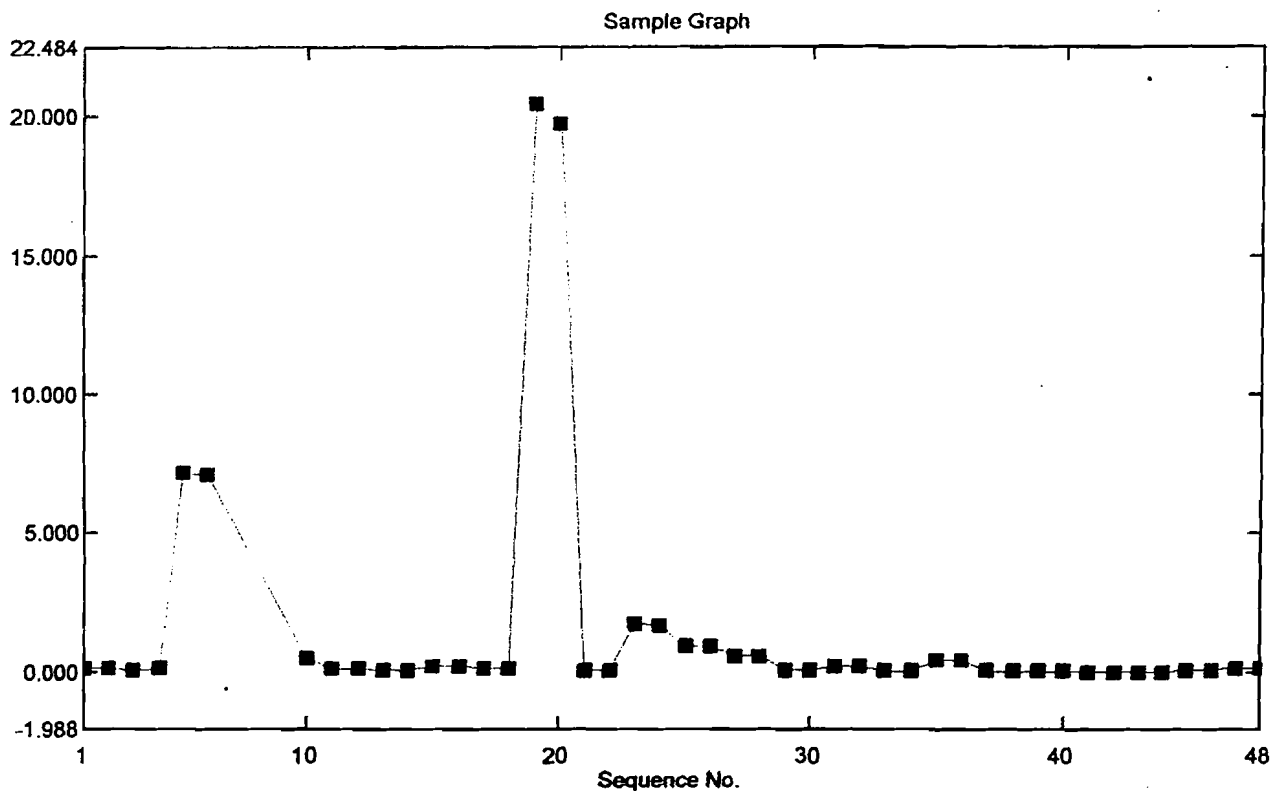
Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL420	Comments
Z 60 1	Unknown		0.174	0.013	
Z 60 2	Unknown		0.169	0.013	
F 60 1	Unknown		0.109	0.002	
F 60 2	Unknown		0.143	0.008	
I 90 1	Unknown		7.152	1.192	
I 90 2	Unknown		7.105	1.184	
A 90 1	Unknown	✓	0.156	0.010	
A 90 2	Unknown	✓	0.156	0.010	
z 90 1	Unknown	✓	0.540	0.075	
z 90 2	Unknown		0.538	0.075	
U In 0 1	Unknown		0.153	0.010	P 10 kali
U In 0 2	Unknown		0.153	0.010	
U A 0.1	Unknown		0.123	0.005	
U A 0.2	Unknown		0.119	0.004	
I 150 .1	Unknown		0.269	0.029	10 kali pengenceran
I 150 .2	Unknown		0.270	0.030	
A 150.1	Unknown		0.174	0.013	10 kali pengenceran
A 150.2	Unknown		0.173	0.013	

Sample Table Report

07/13/2006 10:20:50 AM

File Name: F:\Ayu Amonia.pho



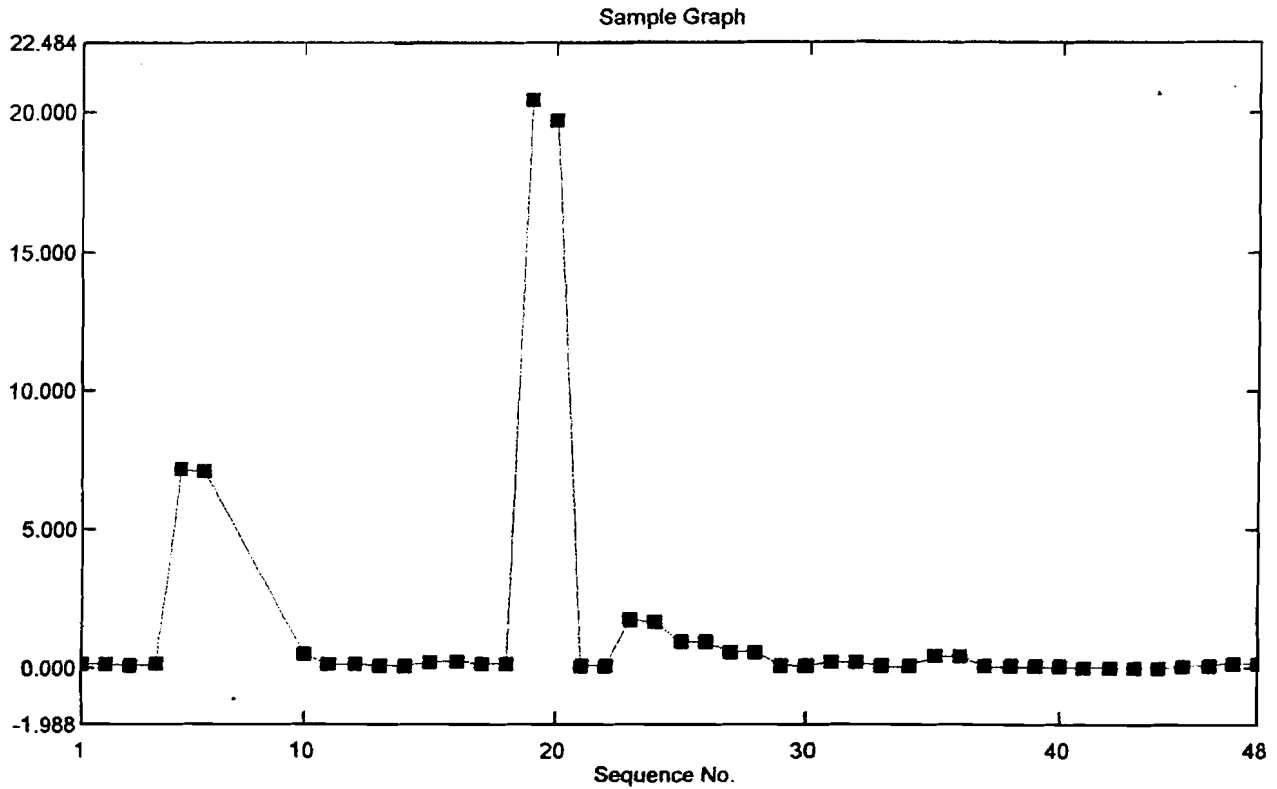
Sample Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL420	Comments
Z 150.1	Unknown		20.445	3.436	10 kali
Z 150.2	Unknown		19.705	3.311	
F 150.1	Unknown		0.131	0.006	
F 150.2	Unknown		0.131	0.006	
UZ 01	Unknown		1.789	0.286	
UZ 02	Unknown		1.664	0.265	
UF 01	Unknown		0.953	0.145	
UF 02	Unknown		0.953	0.145	Pengenceran 10 x
UI 30 1	Unknown		0.625	0.089	
UI 30 2	Unknown		0.625	0.090	
UA 30 1	Unknown		0.122	0.005	
UA 30 2	Unknown		0.109	0.002	
UZ 30 1	Unknown		0.228	0.022	
UZ 30 2	Unknown		0.230	0.023	
UF 30 1	Unknown		0.090	-0.001	
UF 30 2	Unknown		0.084	-0.002	
UI 60 1	Unknown		0.461	0.062	
UI 60 2	Unknown		0.463	0.062	

Sample Table Report

07/13/2006 10:20:51 AM

Name: F:\Ayu Amonia.pho



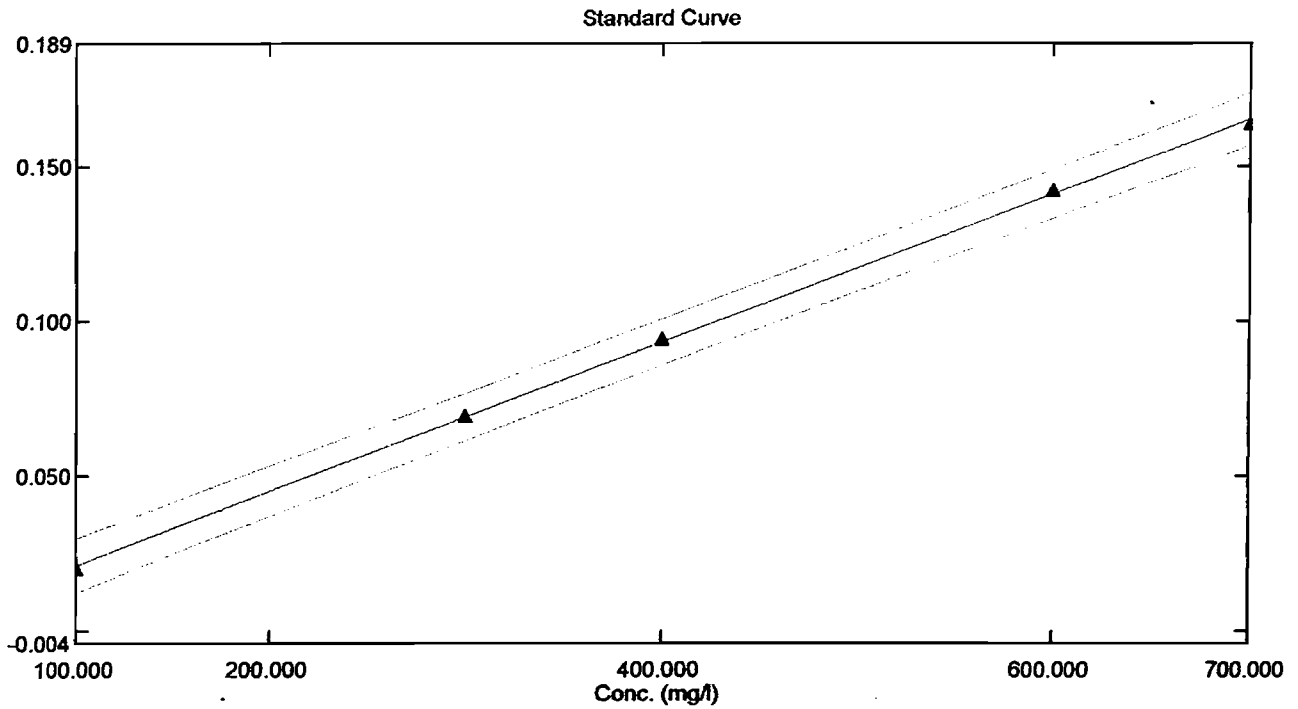
Sample Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL420	Comments
U A 60 1	Unknown		0.091	-0.001	
U A 60 2	Unknown		0.091	-0.001	
U I 120 1	Unknown		0.093	-0.000	
U I 120 2	Unknown		0.096	0.000	
U A 120 1	Unknown		0.052	-0.007	
U A 120 2	Unknown		0.051	-0.007	
U Z 120 1	Unknown		0.062	-0.005	
U Z 120 2	Unknown		0.063	-0.005	
U F 120 1	Unknown		0.138	0.007	
U F 120 2	Unknown		0.136	0.007	
U U F 90 1	Unknown		0.182	0.015	
U U F 90 2	Unknown		0.184	0.015	Pengenceran 10 x

Standard Table Report

08/24/2006 04:35:05 PM

Name: F:\Ayu COD.pho



$0.00024 x - 0.00301$
 Correlation Coefficient = 0.99945
 Standard Error of Estimate = 0.00156

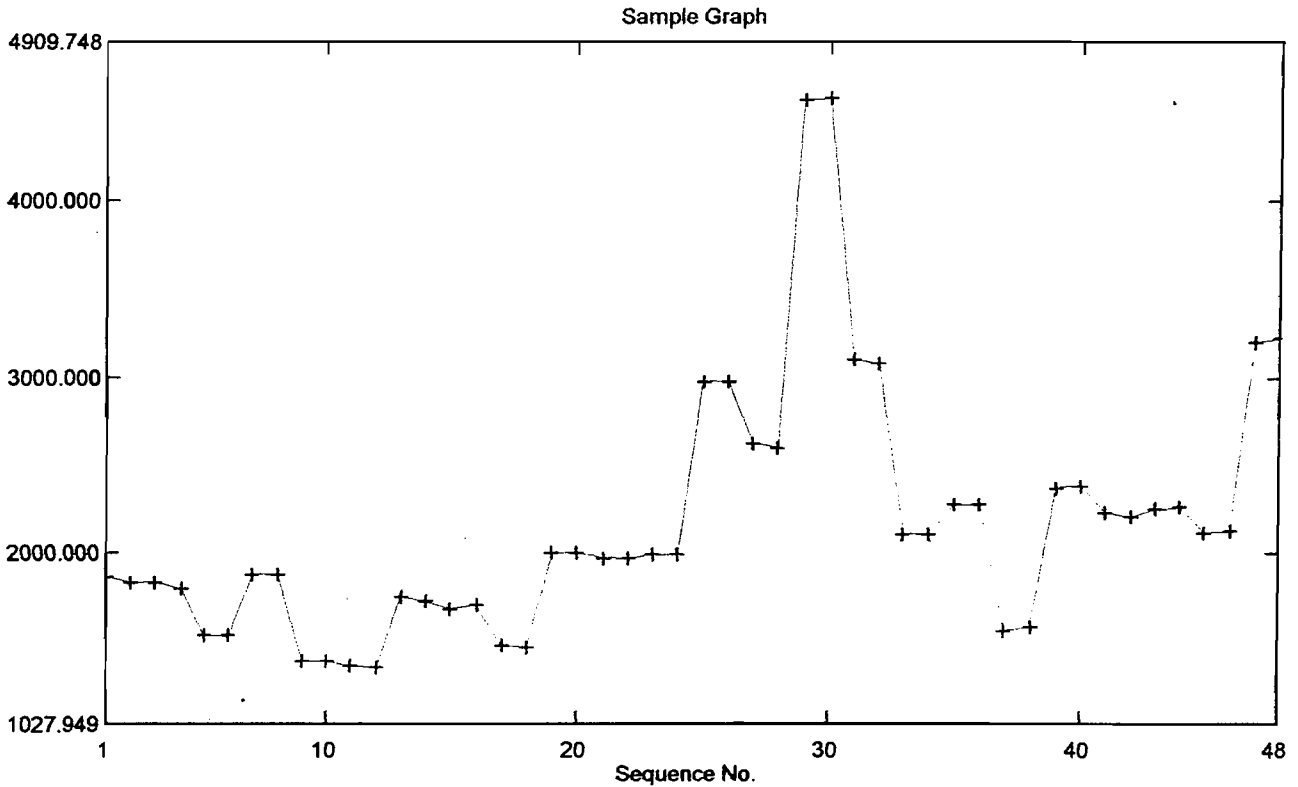
Standard Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Wgt.Factor	Comments
Standar 1	Standard		100.000	0.020	1.000	
Standar 3	Standard		300.000	0.070	1.000	
Standar 4	Standard		400.000	0.094	1.000	
Standar 6	Standard		600.000	0.142	1.000	
Standar 7	Standard		700.000	0.163	1.000	

Sample Table Report

08/24/2006 04:32:58 PM

File Name: F:\Ayu COD.pho



Sample Table

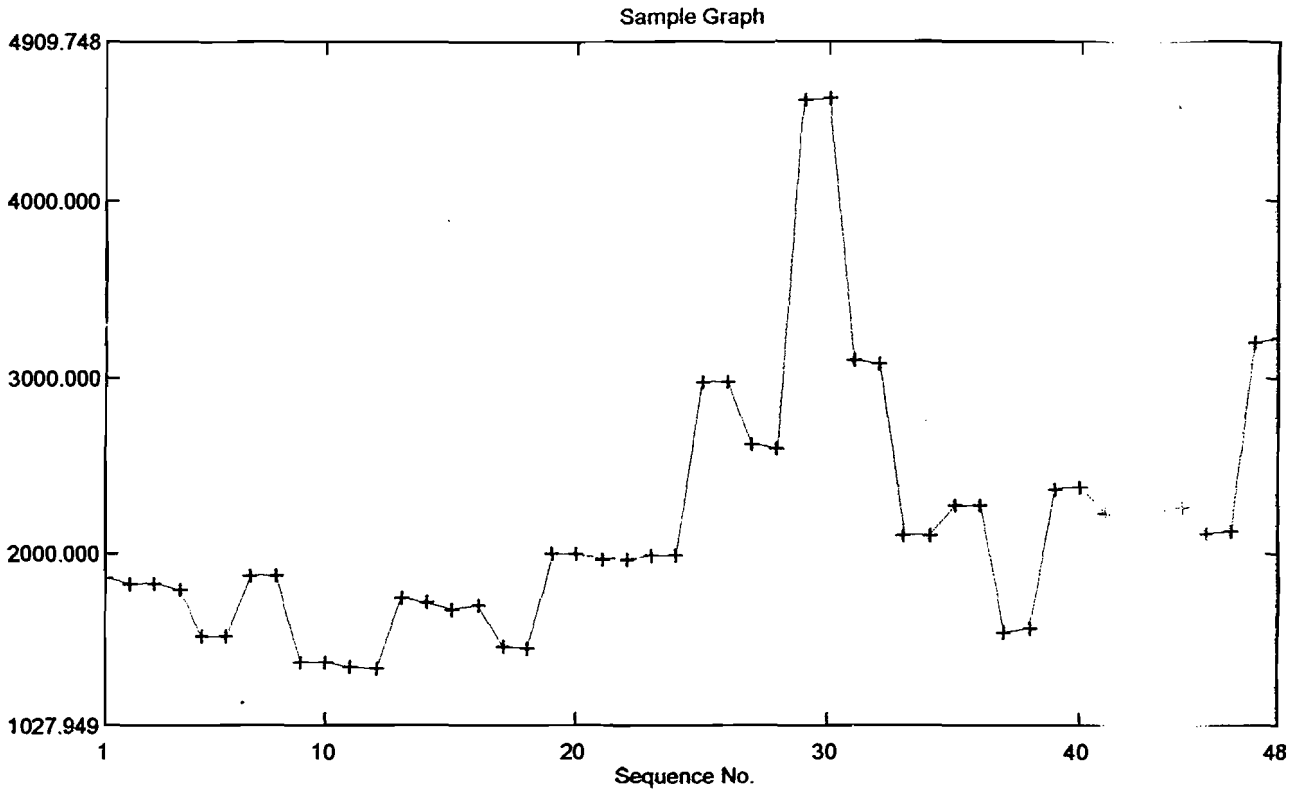
	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
	UI I 0 1	Unknown		1864.712	0.444	
	UI I 0 2	Unknown		1830.629	0.436	
	UI I 30 1	Unknown		1834.699	0.437	
	UI I 30 2	Unknown		1795.529	0.428	
	UI I 60 1	Unknown		1533.039	0.365	
	UI I 60 2	Unknown		1526.934	0.363	
	UI I 90 1	Unknown		1880.991	0.448	
	UI I 90 2	Unknown		1877.938	0.448	
	UI I 120 1	Unknown		1386.533	0.330	
0	UI I 120 2	Unknown		1384.498	0.329	
1	UI I 150 1	Unknown		1355.502	0.322	
2	UI I 150 2	Unknown		1351.432	0.321	
3	UI A 0 1	Unknown		1753.815	0.418	
4	UI A 0 2	Unknown		1722.276	0.410	
5	UI A 30 1	Unknown		1684.632	0.401	
6	UI A 30 2	Unknown		1703.454	0.406	
7	UI A 60 1	Unknown		1474.538	0.351	
8	UI A 60 2	Unknown		1465.890	0.349	

Sample Table Report

08/24/

4:32:58 PM

Name: F:\Ayu COD.pho



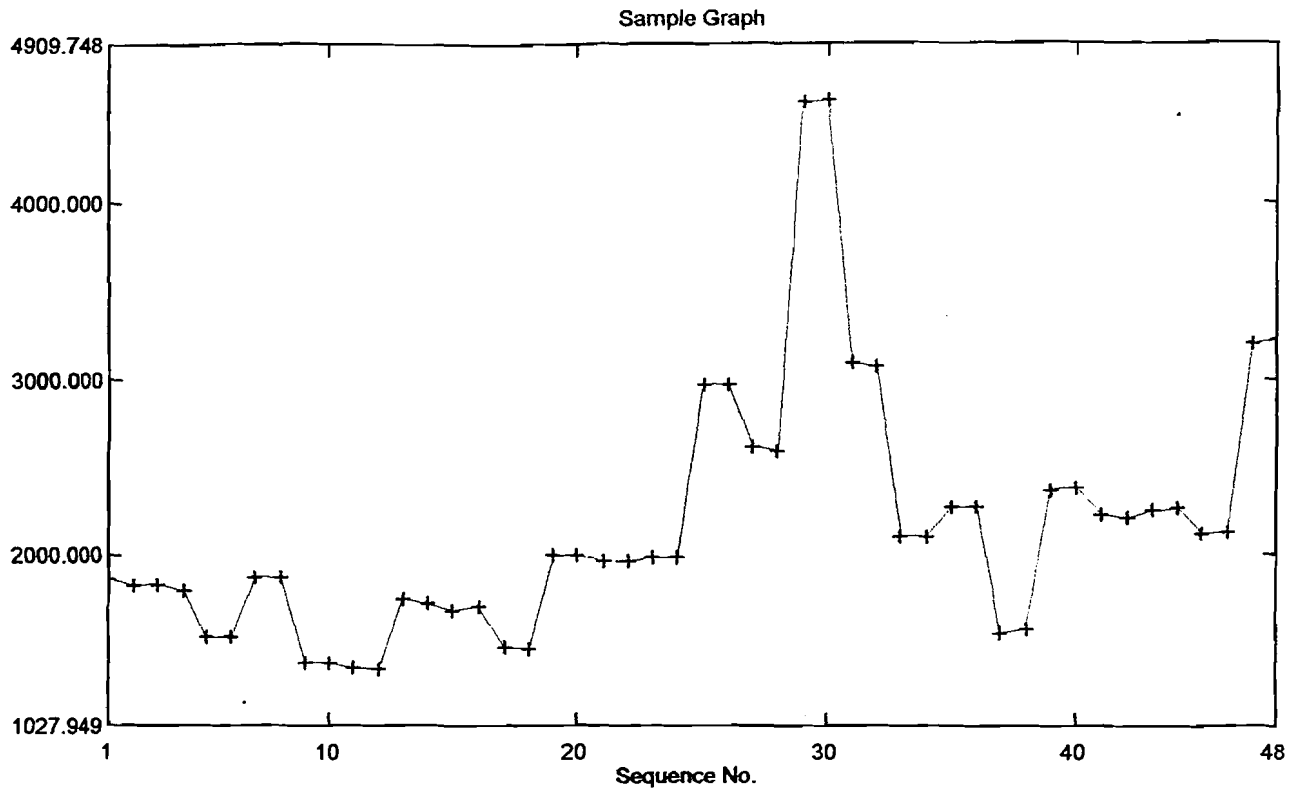
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
9	UI A 90 1	Unknown		2000.535	0.477	
0	UI A 90 2	Unknown		2001.553	0.477	
	UI A 120 1	Unknown		1971.031	0.470	
2	UI A 120 2	Unknown		1970.013	0.470	
3	UI A 150 1	Unknown		1991.379	0.475	
	UI A 150 2	Unknown		1991.379	0.475	
	UI z 0 1	Unknown		2978.768	0.712	
5	UI z 0 2	Unknown		2977.242	0.711	
7	UI z 30 1	Unknown		2625.221	0.627	
8	UI z 30 2	Unknown		2596.734	0.620	
9	UI z 60 1	Unknown		4580.669	1.096	
0	UI z 60 2	Unknown		4586.265	1.098	
1	UI z 90 1	Unknown		3104.926	0.742	
2	UI z 90 2	Unknown		3075.422	0.735	
3	UI z 120 1	Unknown		2107.871	0.503	
4	UI z 120 2	Unknown		2109.906	0.503	
5	UI z 150 1	Unknown		2277.269	0.543	
6	UI z 150 2	Unknown		2271.165	0.542	

Sample Table Report

08/24/2006 04:32:58 PM

Name: F:\Ayu COD.pho



Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
7	UI F 0 1	Unknown		1560.000	0.371	
8	UI F 0 2	Unknown		1577.805	0.376	
9	UI F 30 1	Unknown		2372.396	0.566	
10	UI F 30 2	Unknown		2383.079	0.569	
11	UI F 60 1	Unknown		2231.995	0.533	
12	UI F 60 2	Unknown		2208.086	0.527	
13	UI F 90 1	Unknown		2253.869	0.538	
14	UI F 90 2	Unknown		2262.517	0.540	
15	UI F 120 1	Unknown		2120.080	0.506	
16	UI F 120 2	Unknown		2123.841	0.507	
17	UI F 150 1	Unknown		3204.123	0.766	
18	UI F 150 2	Unknown		3224.980	0.771	
19						

LAMPIRAN III

**PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK
INDONESIA
NOMOR 82 TAHUN 2001
TENTANG
PENGELOLAAN KUALITAS AIR DAN
PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR**

LAMPIRAN

PERATURAN PEMERINTAH NOMOR 82 TAHUN 2001 TANGGAL 14 DESEMBER 2001

TENTANG

PENGELOLAAN KUALITAS AIR DAN PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR

Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas

PARAMETER	SATUAN	KELAS				KETERANGAN
		I	II	III	IV	
FISIKA						
Tempelatur	°C	deviasi 3	deviasi 3	deviasi 3	deviasi 5	Deviasi temperatur dari keadaan alamiahnya
Residu Terlarut	mg/ L	1000	1000	1000	2000	
Residu Tersuspensi	mg/L	50	50	400	400	bagi pengolahan air minum secara konvensional, residu tersuspensi ≤ 5000 mg/ L
KIMIA ANORGANIK						
pH		6-9	6-9	6-9	6-9	Apabila secara alamiah di luar rentang tersebut, maka ditentukan berdasarkan kondisi alamiah
BOD	mg/L	2	3	3	12	
COD	mg/L	10	25	30	100	
DO	mg/L	6	4	2	2	Angka batas minimum
Total Fosfor (mg/l)	mg/l	0,2	0,2	1	1	
NO ₃ sebagai N	mg/L	10	10	10	10	
Am3-N	mg/l	0,5	0,5	1	1	bagi perairan, kandungan amonia bebas untuk ikan yang lebih ≤ 0,02 mg/L sebagai NH ₃
Arsen	mg/l	0,05	1	1	1	
Kobalt	mg/l	0,02	0,02	1	1	
Barium	mg/l	1	1	1	1	
Boron	mg/L	1	1	1	1	
Sulfat (mg/l)	mg/l	0,05	0,05	0,05	0,05	
Kalsium	mg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	
Magnesium	mg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	
Fluorida	mg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	

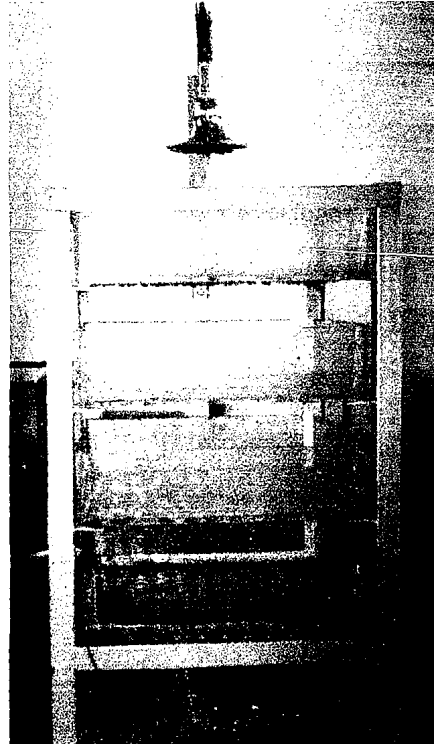
DOKUMENTASI PENELITIAN

IV

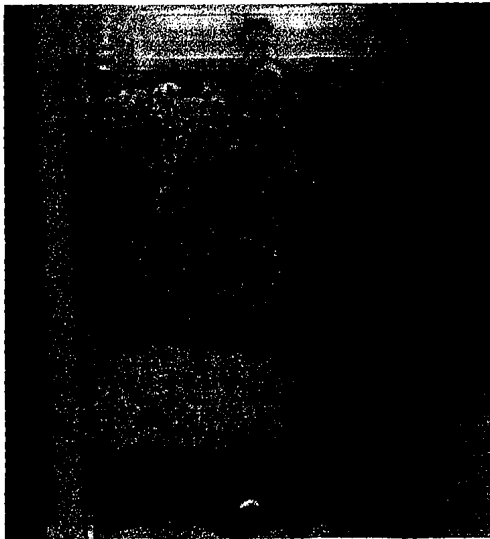
LAMPIRAN



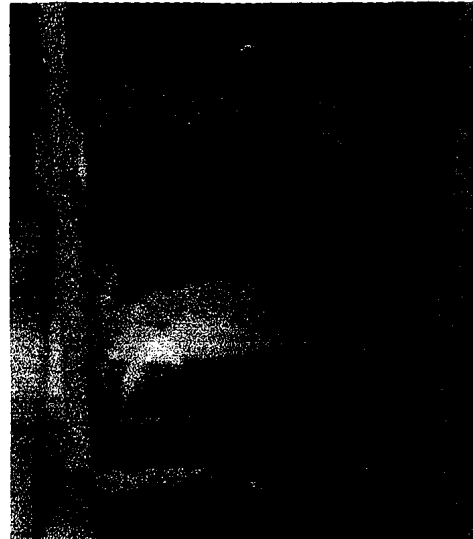
Reaktor Aerokarbonfilter



Tray Aerasi



Pasir Zeolit



Pasir Kwarsa