NO : TA/TL/2006/0146

PERPUSTAKAAN FTSP UII
HADIAH/BELI
TGL. TERIMA : 16 Mei 2007
NO. JUDUL : 002449
NO. INV. : 5100002449001
NO. INDUK. :

TUGAS AKHIR

PENURUNAN KONSENTRASI AMONIUM (NH_4) DAN SULFAT (SO_4) PADA LIMBAH LABORATORIUM DENGAN MEGGUNAKAN TEKNOLOGI MEMBRAN KERAMIK

Diajukan kepada Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S-1 Teknik Lingkungan



PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

Disusun Oleh :

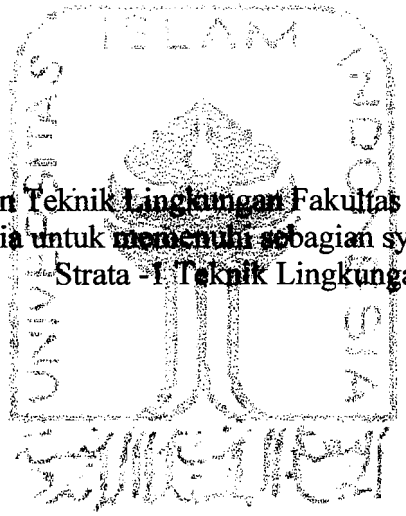
Nama : Syarifah Mustika Sari
No Mahasiswa : 02 513 055

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

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

TUGAS AKHIR

PENURUNAN KONSENTRASI AMONIUM (NH_4) DAN SULFAT (SO_4) PADA AIR LIMBAH LABORATORIUM DENGAN MEGGUNAKAN TEKNOLOGI MEMBRAN KERAMIK



Diajukan kepada Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana
Strata -1 Teknik Lingkungan

Disusun Oleh :

Nama : **Syarifah Mustika Sari**
No Mahasiswa : **02 513 055**

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

LEMBAR PENGESAHAN

PENURUNAN KONSENTRASI AMONIUM (NH_4) DAN SULFAT (SO_4) PADA AIR LIMBAH LABORATORIUM DENGAN MEGGUNAKAN TEKNOLOGI MEMBRAN KERAMIK



Nama : **Syarifah Mustika Sari**

No. Mahasiswa : **02 513 055**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Ir. H. Kasam, MT

Tanggal :

Dosen Pembimbing II

Eko Siswoyo, ST

Tanggal : 9 - 1 - 07



Adapun hamba Allah Yang Maha Pengasih adalah mereka yang berjalan di bumi dengan hati merendah ;
Bila ditanya oleh orang-orang bodoh, mereka berkata , "Selamat".
(Al Furqaan : 63)

Mendengar keluargaku ngomel-ngomel dirumah
Bearti aq masih mempunyai keluarga yang utuh
Merasa lelah dan pegal linu setiap sore
Sebab itu aq mampu bekerja keras
Membersihkan piring dan gelas kotor setelah menerima tamu dirumah
Karena itu berarti aq dikelilingi teman-teman
Pakaianku terasa agak sempit
Karena itu bearti bahwa makanku cukup kenyang
Mencuci dan menyetrika tumpukan baju
Sebab itu bearti aku memiliki pakaian
Membersihkan halaman rumah, membersihkan jendela, memperbaiki talang dan got
Karena itu bearti aku memiliki tempat tinggal
Duduk kembali dikantor
Bearti masih ada perusahaan yang mau mempekerjakan aku
Balikan perusahaan masih mampu membayar gaji setiap bulannya
Mendengar nyanyian suara yang fals
Karena itu bearti aku bias mendengar
Mendengar bunyi alarm dipagi hari
Sebab itu bearti aku hidup

Persembahan penuh cinta untuk orang-orang disamping ku ;

Abah dan Mama' Tercinta

Yang telah memberikan cinta dan doa dengan

Penuh kasih berjuang membesarkanku.....

Kakak dan Abangku Tersayang, Ita & Dian

Yang telah memberikanku perhatian dan kasih sayang.

PRAKATA

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat hidayah serta inayah-Nya kepada kita semua. Shalawat serta salam senantiasa teriring kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya hingga akhir jaman. Berkat ridho dari Allah SWT penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul PENURUNAN KONSENTRASI AMONIUM (NH4) DAN SULFAT (SO4) PADA AIR LIMBAH LABORATORIUM DENGAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI *MEMBRAN KERAMIK*.

Selama proses pelaksanaan dan penulisan tugas akhir ini, penulis mendapatkan begitu banyak bantuan dan dukungan baik itu secara materil atau immaterial, langsung maupun tidak langsung yang akhirnya mampu membuat penulis untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Pada kesempatan ini perkenankanlah penulis untuk menyampaikan ucapan terima kasih dan rasa penghargaan yang ikhlas dan tulus kepada :

1. Luqman Hakim, ST, Msi selaku ketua jurusan Teknik Lingkungan.
2. Ir. H. Kasam, MT selaku dosen pembimbing pertama.
3. Eko Siswoyo, ST selaku dosen pembimbing kedua yang senantiasa memberikan bimbingannya selama proses pembuatan tugas akhir ini. Terimakasih atas nasehat-nasehat dan pengetahuan-pengetahuan yang telah diberikan.
4. Andik Yulianto, ST selaku dosen teknik lingkungan.

5. Hudori, ST selaku dosen teknik lingkungan.
6. Semua dosen yang telah membekali pengetahuan, hikmah dan doa kepada penulis selama menempuh jenjang perkuliahan.
7. Mas Agus yang telah banyak membantu proses pelaksanaan tugas akhir ini.
8. Kedua orang tuaku, abahanda yang terhormat, Bapak Wan Sumasno dan ibunda tercinta, Ny. Yusnani yang tak pernah bosan dan mengeluh dalam mengarahkan, membimbing, mendukung, membiayai serta mendoakan anak-anaknya untuk mencapai kesuksesan dan keberhasilan dalam mengikuti jenjang pendidikan semaksimal mungkin.
9. Kakakku Rositawati dan abang ku Wan Fardiyansyah tercinta yang telah memberikan dorongan dan motivasinya selama ini.
10. Keluarga besar H. Muslimin dan Wan Mohctar (alm) atas doa, dukungan dan harapan yang telah kalian berikan, semoga dapat kuwujudkan doa-doa dan harapan kalian.
11. Ncur, kamu memang sahabat yang t'baik. Thank's atas semuanya, canda tawa kita ampc berantem^2 nya. Persahabatan yang gak akan pernah q lupakan.
12. Untuk yang pernah singgah dihati qu, makasih udah jadi abang, sahabat dan teman. Jasa-jasamu dan semua kenangan yang pernah terukir tidak akan pernah q lupa. Dirimu tetap menjadi kenangan terindah untukku.
13. "*someone*" Kau selalu tetap ada disamping qu disaat-saat aq butuhkan, untuk masa lalu, sekarang dan nanti. Makasih banget untuk semuanya.
14. Teman-teman seperjuangan "membran keramik" @ Heru, Eny, Ncur, Lala', Tio', Tia', Thiung, Rina, Anton, Akbar, Phian, M' pipit yang telah banyak membantu

serta memberikan dukungan kepada penulis. Persahabatan dan kenangan-kenangan indah selama perjalananku dikampus tercinta ini takkan terlupakan.

15. Ank2 Amadea "Dian & Ruly (ayo cepetan nyusul), yana', Revi, iyum, novi, wahyu, Momy, Ningki, Ifa, Nege, Ani', M'feny, Nina, Apri, dan indun terima kasih atas bantuan dan persahabatan yang telah kalian berikan. Jasa-jasa kalian tidak akan pernah kulupakan.
16. Temen-temen KKN KP-120 {Mas ncep (Huahaaaa.aaa), Irul (The Lost Boy), Gigih (Jebuk, Ojek Dang Sambuh..), Yiyi (Dang Sambuh Idol), Lili (Pompong Yuuuk...) Hidayati (Mulihhh yo kono), Denis (Ms leletan Nasuhah), Bhakti (Cucu Mbah Kunting)}.
17. Kepada semua pihak yang belum disebutkan disini, yang telah membantu kesuksesan studi dan penulisan tugas akhir ini. Bukanlah suatu ketidakinginan ... tetapi diri-dirimu telah terukir dihatiku ...

Penulis sadar, karya yang telah dihasilkan ini tidak bersih dari berbagai kelemahan dan kekurangan, karena itu perkenankanlah permohonan maaf dari penulis. Akhirnya, penulis berharap karya ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan kontribusi kebaikan di dunia dan akhirat bagi penulis, sebagai umat Muslim dan manusia seluruhnya.

Wabbilahitaufiq Walhidayah

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Jogjakarta, Desember 2006

Penulis

SYARIFAH MUSTIKA SARI

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i

HALAMAN PENGESAHAN ii

HALAMAN PERSEMBAHAN iii

HALAMAN MOTTO iv

KATA PENGANTAR v

DAFTAR ISI vi

DAFTAR TABEL ix

DAFTAR GAMBAR x

DAFTAR LAMPIRAN xii

ABSTRAK xiii

BAB I. PENDAHULUAN 1

1.1. Latar Belakang Masalah 1

1.2. Rumusan Masalah 5

1.3. Batasan Masalah 6

1.4. Tujuan Penelitian 6

1.5. Manfaat Penelitian 7

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA 8

2.1. Definisi Air Limbah 8

2.1.1. Sumber, Jenis dan Macam Air Limbah 8

2.1.2. Karakteristik Air Limbah 9

2.1.3. Sifat-sifat Air Limbah 10

2.1.4. Dekomposisi Air Limbah 12
2.2. Membran Keramik 13
2.2.1. Pengertian Membran Keramik 13
2.2.2. Keramik 19
2.2.3. Bahan Baku Membran Keramaik 21
2.3. Pembuatan Keramik 29
2.4. Parameter Yang Diteliti 35
2.4.1. Amonium (NH_4) 35
2.4.2. Sulfat (SO_4) 36
2.5. Hipotesa 38
BAB III. METODE PENELITIAN 39
3.1. Jenis Penelitian 35
3.2. Objek Penelitian 39
3.3. Lokasi Penelitian 39
3.4. Waktu Penelitian 39
3.5. Variabel Penelitian 40
3.6. Desain Membran Keramik 40
3.7. Dimensi Reaktor 41
3.8. Metode Penelitian 42
3.9. Tahapan Penelitian 44
3.10. Analisa Laboratorium 45
3.11. Analisa data 46
3.11.1. Analisa Data Dengan Menggunakan T-Test 46

BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 48

4.1. Data hasil Uji Laboratorium 49

4.2. Amonium 49

4.2.1. T-Test Untuk Analisa Amonium (NH_4) 52

4.2.1.1 T-Test Untuk Analisa Amonium Pada komposisi Serbuk gergaji 7,5 % 59

4.2.1.1 T-Test Untuk Analisa Amonium Pada komposisi Serbuk gergaji 10 % 60

4.2.2. Penurunan Konsentrasi Amonium 63

4.3 Sulfat 67

4.3.1. Analisa Data Sulfat 77

4.3.1.1 T-Test Untuk Analisa Sulfat Pada Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 % 77

4.3.1.2 T-Test Untuk Analisa Sulfat Pada Komposisi Serbuk Gergaji 10 % 78

4.3.2. Penurunan Konsentrasi Sulfat (SO_4) 81

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN 85

5.1. Kesimpulan 85

6.2. Saran 86

DAFTAR PUSTAKA 87

LAMPIRAN 88

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Membran 14

Tabel 2.2 Perubahan Komposisi Kaolin Dalam Pembakaran..... 34

Tabel 4.1 Porositas Membran Keramik Berdasarkan Variasi Serbuk Gergaji 49

Tabel 4.2 Penurunan Amonium (NH_4) Dengan Membran Keramik 7,5 %..... 49

Tabel 4.3 Data Koefisien Pada Inlet 7,5 %..... 52

Tabel 4.4 Data Koefisien Pada Outlet 7,5 %..... 53

Tabel 4.5 Penurunan Amonium (NH_4) Dengan Membran Keramik 10 %..... 54

Tabel 4.6 Data Koefisien Pada Inlet 10 %..... 57

Tabel 4.7 Data Koefisien Pada Outlet 10 %..... 58

Tabel 4.8 Uji Korelasi 61

Tabel 4.9 Uji Detail 61

Tabel 4.10 Uji Tukey..... 62

Tabel 4.11 Penurunan Sulfat (SO_4) Dengan Membran Keramik 7,5 %..... 67

Tabel 4.12 Data Koefisien Pada Inlet 7,5 %..... 70

Tabel 4.13 Data Koefisien Pada Outlet 7,5 %..... 71

Tabel 4.14 Penurunan Sulfat (SO_4) Dengan Membran Keramik 10 %..... 72

Tabel 4.15 Data Koefisien Pada Inlet 10 %..... 75

Tabel 4.16 Data Koefisien Pada Outlet 10 %..... 76

Tabel 4.17 Uji Korelasi 79

Tabel 4.18 Uji Detail 79

Tabel 4.19 Uji Tukey 80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Perubahan Bentonit Alam Dalam Pembakaran 33

Gambar 3.1 Reaktor Membran Keramik..... 42

Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian 43

Gambar 4.1 Penurunan Amonium (NH_4) Dengan Membran Keramik 7,5 % 50

Gambar 4.2 Efisiensi Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 7,5%
Dalam Penurunan Amonium (NH_4).....50

Gambar 4.3 Regresi Linier Inlet Pada Membran Keramik 7,5 %..... 51

Gambar 4.4 Dependent Variable Inlet Pada Membran Keramik 7,5 %..... 51

Gambar 4.5 Regresi Linier Outlet Pada Membran Keramik 7,5 %..... 52

Gambar 4.6 Dependent Variable Outlet Pada Membran Keramik 10 %..... 53

Gambar 4.7 Penurunan Amonium (NH_4) Dengan Membran Keramik 10 % 55

Gambar 4.8 Efisiensi Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 10 %
Dalam Penurunan Amonium (NH_4).....55

Gambar 4.9 Regresi Linier Inlet Pada Membran Keramik 10 %..... 56

Gambar 4.10 Dependent Variable Inlet Pada Membran Keramik 10 %..... 56

Gambar 4.11 Regresi Linier Outlet Pada Membran Keramik 10 %..... 57

Gambar 4.12 Dependent Variable Outlet Pada Membran Keramik 10 %..... 58

Gambar 4.13 Penurunan Sulfat (SO_4) Dengan Membran Keramik 7,5 %..... 68

Gambar 4.14 Efisiensi Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 7,5%
Dalam Penurunan Sulfat (SO_4).....68

Gambar 4.15 Regresi Linier Inlet Pada Membran Keramik 7,5 %..... 69

Gambar 4.16 Dependent Variable Inlet Pada Membran Keramik 7,5 %..... 69

Gambar 4.17 Regresi Linier Outlet Pada Membran Keramik 7,5 %..... 70

Gambar 4.18 Dependent Variable Outlet Pada Membran Keramik 10 %..... 71

Gambar 4.19 Penurunan Sulfat (SO_4) Dengan Membran Keramik 10 %..... 73

Gambar 4.20 Efisiensi Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 10 %

Dalam Penurunan Sulfat$_4$)..... 73

Gambar 4.21 Regresi Linier Inlet Pada Membran Keramik 10 %..... 74

Gambar 4.22 Dependent Variable Inlet Pada Membran Keramik 10 %..... 74

Gambar 4.23 Regresi Linier Outlet Pada Membran Keramik 10 %..... 75

Gambar 4.24 Dependent Variable Outlet Pada Membran Keramik 10 %..... 76

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A

Hasil Analisa Porositas Dari BATAN

LAMPIRAN B

Perhitungan Amonium Dengan Methode SNI M – 48 – 1990 – 03

LAMPIRAN C

Analisa SULFAT Dengan Methode SNI 06-6989.20-2004

LAMPIRAN D

Hasil Analisa AMONIUM DAN SULFAL Dari BPKL

Lampiran E

Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001

LAMPIRAN F

Dokumentasi

LAMPIRAN G

Kartu Peserta Tugas Akhir

PENURUNAN KONSENTRASI *AMONIUM* (NH_4) DAN *SULFAT* (SO_4) PADA AIR LIMBAH LABORATORIUM DENGAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI MEMBRAN KERAMIK

Oleh :
Syarifah Mustika Sari[1]
Ir. H. Kasam, Mt[2] Eko Siswoyo, ST[3]

ABSTRAK

Saat ini pengolahaan limbah laboratorium belum tertangani dengan baik karena sistem pengolahaanya yang membutuhkan biaya yang cukup tinggi. Teknologi *Membran Keramik* merupakan salah satu alternatif pengolahan *limbah laboratorium* yang mudah, murah dan efisien. Prinsip dasar *Membran Keramik* adalah mengalirkan air limbah ke dalam *membran keramik* dimana terjadi proses *filtrasi* dan *adsorbsi* didalamnya yang pada akhirnya akan menghasilkan effluent melalui pori-pori pada dinding *membran keramik.*

Penelitian ini bertujuan: a) Mengetahui efektifitas membran kramik dalam menurunkan konsentrasi *Amonium* (NH_4) dan *Sulfat* (SO_4) dalam air *limbah laboratorium,* b) Mencari komposisi *membran keramik* yang paling efektif, dari komposisi serbuk gergaji 7,5 %, dan 10 % dalam menurunkan konsentrasi *Amonium* (NH_4) dan *Sulfat* (SO_4) dalam *limbah laboratorium,* c) mengetahui waktu yang paling efektif dari variasi waktu 60 menit, 120 menit, 180 menit, 240 menit, dan 300 menit dalam menurunkan *Amonium* (NH_4) dan *Sulfat* (SO_4) dalam air *limbah laboratorium.*

Metode uji yang digunakan untuk Parameter *Amonium* (NH_4) dengan menggunakan metode spektrofotometer serapan nesler menurut SNI M – 48 – 1990 – 03. Dan *Sulfat* (SO_4) dengan turbidimetri menurut SNI 06-6989.20-2004. Percobaan dilakukan dengan menggunakan air baku dari air *limbah laboratorium* kualitas air dengan menggunakan reaktor membran keramik dimana air dialirkan melalui membran keramik melalui pipa dengan menggunakan bantuan pompa dengan Qmaks = 900 L/jam, AC = 220-240 Volt/Hz dan W=15 watt. Keramik yang digunakan pada penelitian ini adalah keramik dengan variasi serbuk gergaji 7,5 %, dan 10 %.

Hasil analisa *Amonium* (NH_4) dan *Sulfat* (SO_4) pada membran keramik dengan serbuk gergaji 7,5 % merupakan pengolahan yang paling efektif, dimana konsentrasi *Amonium* (NH_4) mengalami penurunan 36,198 % dari 481,1 mg/L menjadi 307,0 mg/L pada menit 300 dan konsentrasi *Sulfat* (SO_4) mengalami penurunan 26,439 % dari 1025 mg/L menjadi 754 mg/L pada menit 120. Waktu yang paling optimum untuk menurunkan konsentrasi *Amonium* dan *Sulfat* pada limbah cair laboratorium dengan variasi serbuk gergaji 7,5 %, dan 10 % adalah jam ke-4 dan ke-3.

Kata Kunci : Membran Keramik, Amonium, Sulfat, limbah laboratorium, filtrasi, adsobsi.

---

[1] Mahasiswa,TL ,FTSI, UII,Jogjakarta
[2] Dosen Pembimbing 1
[3] Dosen Pembimbing 2

DEGRADATION THE CONCENTRATION OF *AMONIUM (NH4) AND SULPHATE (SO4)* IN WATER QUALITY LABORATORY'S WASTE WATER USING CERAMIC MEMBRANE

By :
Syarifah Mustika Sari[4]
Ir. H. Kasam, Mt[5] Eko Siswoyo, ST[6]

ABSTRACT

For the moment processing of *laboratory's wastewater* are not handled well yet because the treatment need high cost. *Ceramics Membrane* technology is one of *laboratory's wastewater* processing alternatives that are easy, cheap and efficient to use. The basic principle of the *Ceramics Membrane* is to channel the wastewater into the *ceramics membrane* where processing of filtration and absorption will take place inside, that event ıally it will produce effluent through pores in *ceramics membrane* walls.

This research purpose are: a) To know the efectivity of Ceramic Membrane in degradation concentration of *Amonium* (NH_4) dan *Sulfat* (SO_4) in *laboratory's wastewater*, b) Searching most effective ceramic membrane composition, from sawdust composition 7,5 %, and 10 % in degrading concentration *Amonium* (NH_4) dan *Sulfat* (SO_4) of *laboratory's wastewater*, c) To know the most effective time from 60, 120, 180, 240, and 300 minute in degradation of *Amonium* (NH_4) dan *Sulfat* (SO_4) in *laboratory's wastewater.*

Test method used for the Parameter Of *Amonium* (NH_4) by using method spectrophotometer of absorption nesler according SNI 06-2479-1991. And parameter of *Sulphate* (SO_4) by using method turbidimetri according SNI 06-6989.20-2004. Attempt conducted by using permanent water from *laboratory's wastewater* by using ceramic membrane. where water conducted by through ceramic membrane through pipe by using aid pump by Qmaks = 900 L / day, AC = 220-240 Volt / hz and W=15 watt. Ceramic used at this research is ceramic with the variation of sawdust 7,5 %, and 10 %.

The result from *Amonium* (NH_4) and *Sulphate* (SO_4) analysis in ceramic membrane with the sawdust 7,5 % representing most effective processing, where concentration of *Amonium* (NH_4) experience of the degradation 36,198 % from 481,1 mg/l become 307,0 at minute 300 and concentration *Sulphate* (SO_4) experience of the degradation 26,439 % from 1025 mg/l become 754 mg/L at minute 120. Most optimum time to degrade Sulphate and Amonium concentration of liquid waste from laboratory's with variation of sawdust 7,5 %, and 10 % is fourth clock and three clock.

Keyword : Ceramic Membrane, laboratory's wastewater, Amonium, Sulphate, filtration, absorption.

---

[4] Student, TL , FTSP, UII,JOGJAKARTA
[5] counsellor I
[6] counsellor II

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Untuk menunjang kegiatan akademik seperti kegiatan praktikum maka setiap Universitas mendirikan laboratorium, demikian juga dengan Universitas Islam Indonesia. Salah satu laboratorium yang terdapat di Universitas Islam Indonesia adalah laboratorium kualitas air. Kegiatan praktikum yang dilakukan sebagian besar menggunakan bahan kimia yang sangat berbahaya dan selalu menghasilkan limbah yang merupakan sisa pakai dan perlu dibuang, karena menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan dan lingkungan bila tidak ditangani secara benar sebelum dibuang.

Sifat limbah laboratorium antara lain yaitu adanya cairan yang mudah terbakar, pencemar toksik seperti sianida, sulfida, fenol, formaldehida, logam beracun.

Pengaruh limbah kimia karena polutan utama terdiri dari senyawa organik dan anorganik, antara lain dapat mengganggu kesehatan manusia maupun keseimbangan sistem lingkungan seperti logam berat (Hg, Pb, As, Cd, Se, Ti, In, Sb, Bi, Te) dan senyawa non-logam tertentu (fosfat, amonia, sianida, fluorida, sulfat), dapat mengganggu kadar oksigen dalam badan- badan air seperti zat organik seperti pestisida dan fenol dapat berakibat lebih fatal karena sifat toksiknya.

Sedangkan polutan organik seperti pestisida menimbulkan keracunan akut, zat warna atau deterjen menimbulkan COD tinggi, warna dan bau, lignin dan seluLosa berpengaruh pada warna dan bau.

Pengaruh limbah tersebut pada kesehatan berbeda satu sama lainnya, termasuk perbedaan organ tubuh sebagai sasaran selain itu derajat pengaruhnya terhadap manusia bergantung pula pada jenis logam berat maupun senyawanya.

Selama ini penaganan limbah yang telah dilakukan oleh Universitas Islam Indonesia hanya dengan menampungnya saja, oleh karena itu perlu adanya alternatif lain untuk pengelolaan dan pengolahan limbah. Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil uji laboratorium untuk konsentrasi amonium dan sulfat didapatkan data untuk parameter amonium 531,5 mg/l dan sulfat 850 mg/L. konsentrasi tersebut melebihi ambang batas menurut Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001 tentang standar air yang boleh di buang ke badan air.

Berdasarkan alasan-alasan tersebut di atas, maka perlu dirancang suatu teknologi yang diharapkan dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi amonium (NH_4) dan sulfat (SO_4) dari air limbah laboratorium.

Pada penelitian ini dipilih teknologi dengan menggunakan *membran keramik* dengan komposisi tanah lempung, pasir kwarsa dan serbul gergaji. Penggunaan teknologi keramik berpori sebagai filter dapat menyaring ammonium dan sulfat dari limbah laboratorium. Air limbah laboratorium hasil akhir dari penggunaan *membran keramik* diharapkan menghasilkan effluent yang berkulitas lebih baik dan dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan - kebutuhan yang lain. Pada penelitian ini teknologi membran keramik menggunakan komposisi bahan baku

antara tanah lempung, pasir kuarsa dan serbuk gergaji. Teknologi ini memiliki kelebihan -kelebihan antara lain:

1. Bahan - bahannya mudah ditemukan karena telah ada dialam (alami).
2. Mudah, murah, efisien dan desain yang praktis.
3. Mempunyai nilai ekonomi yang tinggi.

Sedangkan kekurangan pada teknologi membran keramik antara lain :

1. Tidak tahan lama.
2. Tergantung pada tekanan.

Selain itu, pada dasarnya teknologi membran keramik yang akan digunakan untuk mengolah limbah cair laboratorium merupakan kelanjutan dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Prof. Ir. Wahyono Hadi Msc. PhD, dari provinsi Jawa Timur. Penelitiannya mengenai penggunaan membran keramik untuk mengetahui efisiensi pemisahan optimum dalam memurnikan kadar garam didalam air pada dearah pesisir dan konsentrasi logam berat pada limbah *elektroplacting* untuk pengunaan kembali bahan baku dengan tujuan untuk menyediakan air tawar di daerah pesisir yang airnya payau dan menyediakan konsentrat logam berat dari suatu limbah pelapisan logam sejenisnya agar dapat diproses kembali untuk bahan baku.

Dari hasil penelitian didapatkan data sebagai berikut : Efisiensi pemisahan optimum untuk salinitas berkisar antara 32 - 38 % untuk material dengan komposisi keramik Karang Pilang : pasir : serbuk gergaji yaitu 10 : 5 : 2,5 dengan kecepatan filtrasi 5 liter per jam. Air baku yang dengan kadar klorida 1.000 mg/L, 5.000 mg/L, dan 10.000 mg/L terpisahkan salinitasnya masing-masing sebesar 33 %, 32 %, dan 38 % dengan kecepataan filtrasi masing-masing sebesar 5,96 L/jam, 4,32

L/jam, dan 4,7 L/ jam. Efisiensi pemisahan tertinggi untuk logam kromium terjadi pada komposisi material keramik Sidoarjo : pasir : arang yaitu 10 : 5: 2, keramik Sidoarjo : pasir : serbuk gergaji yaitu 10 : 5 : 1, keramik Karang Pilang : pasir : arang yaitu 10 : 5 : 2,5, keramik Karang Pilang : pasir : serbuk gergaji yaitu 10 : 5 : 1, dan keramik : serbuk gergaji yaitu 10 : 2,5. Dilihat dari hasil penelitian komposisi material keramik Sidoarjo : pasir : arang yaitu 10 : 5 : 1, keramik Sidoarjo : pasir : serbuk gergaji yaitu 10 : 5 : 2, keramik Karang Pilang : pasir : arang 10 : 5 : 1,5, dan keramik : serbuk gergaji yaitu 10 : 2,5, merupakan komposisi yang mempunyai kemampuan pemisahan terbaik untuk logam tembaga.

Dari hasil penelitian sebelumnya dengan menggunakan teknologi membran keramik didapatkan data sebagai berikut :

- Pada penelitian dengan menggunakan komposisi serbuk gergaji 5 % , 7,5 % dan 10 %, untuk menurunkan konsentrasi BOD dan TSS pada limbah cair peternakan sapi didapatkan efesiensi penurunan optimum pada komposisi sebuk gergaji 5 %, 7,5 % dan 10 % secara berurutan untuk BOD, tidak terjadi proses penurunan karena porositas pada membran keramik sangat kecil sehingga air buangan tidak mampu melewati pori-pori pada membran keramik, 99,99981 % dan 84,375 % sedangkan untuk TSS, tidak terjadi proses penurunan, 87,32394 % dan 83,85417 %, pada variasi waktu 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit dan 180 menit (Akbar, M. 2006).
- Pada penelitian dengan menggunakan komposisi serbuk gergaji 2,5 % , 5 % dan 7,5 %, untuk menurunkan konsentrasi Fe dan Mn pada air tanah didapatkan efesiensi penurunan optimum pada komposisi sebuk gergaji 2,5 % , 5 % dan

7,5 % secara berurutan untuk Fe, 97,85 %, 91,18 % dan 99,86 % sedangkan untuk Mn, 90,07 %, 96,76 % dan 70,49 %, pada variasi waktu 60 menit, 120 menit, 180 menit, 240 menit, 300 menit dan 360 menit (Nasution, D, A. 2006).

- Pada penelitian dengan menggunakan komposisi serbuk gergaji 7,5 % dan 10 %, untuk menurunkan konsentrasi *E.coli* dan TDS pada air limbah domestik, didapatkan efesiensi penurunan optimum pada komposisi sebuk gergaji 7,5 % dan 10 % secara berurutan untuk *E.coli*, 98,9463 % dan 92,6765 % sedangkan untuk TDS, 70,714 %, 49,6599 % dan 89,496 %, pada variasi waktu 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit dan 180 menit (Nutayla, N. 2006).
- Pada penelitian dengan menggunakan komposisi serbuk gergaji 2,5 % , 5 % dan 7,5 %, untuk menurunkan konsentrasi *E.coli* dan COD pada air sungai didapatkan efesiensi penurunan optimum pada komposisi sebuk gergaji 2,5 % , 5 % dan 7,5 % secara berurutan untuk *E.coli*, 99,315 %, 98,577 % dan 97,998 % sedangkan untuk COD, 98,46 %, 92,868 % dan 89,496 %, pada variasi waktu 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit dan 180 menit (Rozalina, C. 2006).

1.2 Rumusan Masalah

Menurut latar belakang masalah yang telah dikemukakan diatas maka, dapat ditarik rumusan masalah yaitu :

1. Apakah reaktor Membran keramik dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi amonium (NH_4) dan sulfat (SO_4) dari air limbah laboratorium.

2. Pada komposisi berapakah serbuk gergaji dapat menurukan konsentrasi amonium (NH_4) dan sulfat (SO_4) dari air limbah laboratorium.
3. Berapakah waktu yang optimum untuk menurunkan konsentrasi amonium (NH_4) dan sulfat (SO_4) dari air limbah laboratorium.

1.3 Batasan Masalah

Dari rumusan masalah yang ditentukan dan agar penelitian dapat berjalan sesuai dengan keinginan sehingga tidak terjadi penyimpangan, maka batasan masalah pada penelitian ini adalah :

a) Metode yang digunakan adalah metode filtrasi dengan menggunakan reaktor Membran keramik, dengan komposisi reaktor adalah tanah lempung, pasir kuarsa dan serbuk gergaji.
b) Jenis tanah lempung yang digunakan adalah tanah lempung dengan bakaran suhu rendah.
c) Sampel yang akan digunakan diambil air limbah laboratorium
d) Parameter yang diukur adalah amonium (NH_4) dan sulfat (SO_4).
e) Variasi pengolahan terdapat pada waktu tinggal 0 menit, 60 menit, 120 menit, 180 menit, 240 menit, dan 300 menit.
f) Komposisi keramik dengan variasi serbuk gergaji 7,5 %, dan 10 %.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Mengetahui efisiensi membran keramik dalam menurunkan konsentrasi amonium (NH_4) dan sulfat (SO_4) dari air limbah laboratorium.

b. Mencari komposisi membran keramik yang paling optimum, dari komposisi serbuk gergaji 7,5 %, dan 10 % dalam konsentrasi amonium (NH_4) dan sulfat (SO_4) dari air limbah laboratorium.

c. Mengetahui waktu yang optimal dari variasi waktu 0 menit, 60 menit, 120 menit, 180 menit, 240 menit, dan 300 menit dalam menurunkan konsentrasi amonium (NH_4) dan sulfat (SO_4) dari air limbah laboratorium.

d. Mengetahui titik jenuh dari membran keramik.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

a) Meminimalisir kadar amonium (NH_4) dan sulfat (SO_4) yang terkandung dalam limbah laboratorium.

b) Mengetahui efisiensi penurunan kadar amonium (NH_4) dan sulfat (SO_4) yang terdapat pada limbah laboratorium.

c) Memberikan salah satu alternatif pengolahan air minum dalam menurunkan konsentrasi amonium (NH_4) dan sulfat (SO_4) dari air limbah laboratorium.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Air Limbah

Air limbah merupakan air bekas yang sudah tidak terpakai lagi sebagai hasil dari adanya berbagai kegiatan manusia sehari-hari. Air limbah tersebut biasanya dibuang ke alam yaitu tanah dan badan air *(Sugiarto, 1987)*. Limbah bisa berupa limbah cair, padat dan gas yang mana limbah ini apabila masuk ke lingkungan tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu akan menyebabkan suatu perubahan terhadap lingkungan apalagi bila kondisi lingkungan yang ada tidak memiliki kemampuan untuk memulihkan kondisinya sesuai dengan daya dukung lingkungan yang ada.

Pengaruh limbah karena polutan utama terdiri dari senyawa organik dan anorganik yang dapat mengganggu kesehatan manusia maupun keseimbangan sistem lingkungan seperti senyawa non-logam amonium dan sulfat.

2.1.1 Sumber, jenis dan macam Air Limbah

(Sugiarto, 1987) menjelaskan, jenis dan macam air limbah dikelompokkan berdasarkan sumber penghasil atau penyebab air limbah yang secara umum terdiri dari :

a. Air Limbah Domestik

Air limbah yang berasal dari kegiatan penghunian, seperti rumah tinggal, hotel, sekolah, kampus, perkantoran, pertokoan, pasar dan fasilitas-fasilitas pelayanan umum.

b. Air Limbah Industri

Air limbah yang berasal dari kegiatan industri, seperti pabrik industri logam, tekstil, kulit, pangan, (makanan, minuman), industri kimia dan lainnya.

c. Air Limbah Limpasan dan Rembesan Air Hujan

Air limbah yang melimpas di atas permukaan tanah dan meresap kedalam tanah sebagai akibat terjadinya hujan.

2.1.2 Karakteristik Air Limbah

Jenis dan tingkat kandungan bahan pencemar di dalam limbah cair akan sangat mempengaruhi dan menentukan karakteristik limbah tersebut. Karakteristik limbah cair pada prinsipnya dapat dibagi menjagi empat, yaitu *(Kasmidjo, dalam Akbar, M. 2006)*

a. Parameter kimia anorganik

Beberapa parameter yang telah digunakan adalah keasaman dan alkalinitas, kesadahan, logam-logam halogen, nitrogen (berupa sulfide, sulfite, sulfat, atau thio sulfat), fosfat, dan sianida.

b. Parameter kimia organik

Kecuali untuk memonitor senyawa organik yang bersifat racun, parameter organik biasanya dimasukkan untuk mengetahui bahan pencemar (limbah) dalam menyerap oksigen dalam proses perombakan, seperti BOD, COD.

c. Parameter biologi

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

d. Parameter fisika

Yang termasuk di dalam parameter ini antara lain : Radioaktifitas, warna, kekeruhan, suhu, total residu penguapan, daya hantar listrik, kadar zat padat tersuspensi, dan kadar zat padat terlarut.

2.1.3 Sifat-Sifat Air Limbah

Pencemaran air dapat disebabkan karena limbah yang masuk ke dalam danau, sungai, estuaria, perairan pantai, laut bebas atau badan air lainnya yang dapat menyebabkan terjadinya perubahan kualitas air. Untuk mengetahui lebih luas tentang air limbah, perlu diketahui secara mendalam tentang kandungan yang ada didalam air limbah dan juga sifat-sifatnya. *(Sugiharto, 1987)*, membedakan air limbah berdasarkan atas sifatnya, yaitu sifat fisik, sifat kimia dan sifat biologisnya.

a. Sifat fisik air

Penentuan derajat kekotoran air limbah sangat dipengaruhi oleh adanya sifat fisik air limbah tersebut. Termasuk sifat fisik yang penting antara lain adalah kandungan zat padat, kejernihan, suhu, warna dan bau *(Mahida, dalam Akbar, M. 2006)*, juga menganalisis kekeruhan dalam uji coba terhadap sifat fisik air.

b. Sifat kimia air

Kandungan bahan kimia yang terdapat dalam kandungan air limbah dapat merugikan lingkungan dalam berbagai cara. Bahan kimia dan limbah dapat merubah pH, alkalinitas, kandungan benda padat terlarut, kandungan nutrien kimia *(Dix, dalam Akbar, M. 2006)*. Pemeriksaan kimia air selain meliputi tolak ukur konsentrasi hydrogen ion (pH), alkalinitas, kandungan benda padat terlarut, kandungan nutrien kimia seperti zat organik, amoniak, nitrogen, nitrat, nitrit, sulfide, khorida, dan kimia toksis juga menganalisis kandungan oksigen terlarut, BOD, dan COD. Namun demikian (*Mahida, dalam Akbar, M. 2006*) mengatakan bahwa penentuan konsentrasi hydrogen ion (pH), dan kebutuhan khlor bukan merupakan uji coba baku.

c. Sifat biologi air

Indikator biologis di dalam air limbah yang digunakan sebagai indikator adanya pertumbuhan bakteri pathogen.

2.1.4 Dekomposisi Air Limbah

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

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

a. secara Anaerobik

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

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

Unsur-unsur ini menimbulkan bau busuk yang cukup menyengat. Dalam proses ini Air Limbah menjadi keruh, kotor, berbau busuk, serta terjadi pengendapan Lumpur cukup besar. Preses perombakannya berjalan dalam waktu yang cukup lama.

b. Secara Aerobik

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

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

Proses perombakan/penguraian/pembusukan biologis dilakukan oleh bakteri Aerob dengan mengunakan/memanfaatkan O_2 (yang terlarut dalam air limbah) untuk mengoksidasi bahan organik terlarut sampai semuanya terurai secara lengkap.

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

2.2 Membran Keramik

2.2.1 Pengertian Membran Keramik

Membran adalah lapisan tipis yang memisahkan dua fase dan berlaku sebagai penghalang selektif untuk menyalurkan zat – zat *(Ujang, 2004)*. Menurut jenisnya membran terdiri dari 4 tipe yaitu Microfiltrasion, Ultrafiltrasion, Reverse Osmosis dan Nanofiltasion. Klasifikasi membran berdasarkan ukuran pori dan tekanan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.1 Klasifikasi Membran

Tipe Membran	Ukuran Pori	Tekanan
Microfiltrasion	> 50 nm	0,01 – 0,5 MPA
Ultrafiltrasion	2 > pori > 50 nm	0,1 – 1 MPA
Reverse Osmosis	< 2 nm	2 – 10 MPA
Nanofiltrasion	< 2 nm	0,5 – 6 MPA

1. **Microfiltrasion (MF)**

Sampai saat ini untuk ukuran pasti pori-pori yang sebenarnya masih diperdebatkan. Umumnya dapat menyaring partikel-partikel, koloid-koloid, mikroorganisme (termasuk bakteri dan virus) yang berukuran 0,02 sampai 10 mikron. Ukuran fluks terbesar dibandingkan UF, NF, atau RO. Pemisahan yang terjadi pada proses penyaringan dikenal juga sebagai filtrasi permukaan.

Penerapan membran microfiltrasion antara lain :

- Produksi air minum (menghilangkan koloid dan bakteri)
- Proses mineral
- Penguatan kontak (ion exchange, activated carbon)
- Pemisahan Biologis.

2. **Ultrafiltrasion (UF)**

Merupakan proses penyaringan untuk pemisahan sebagai MF. Tekanannya sama dengan MF, namun perbedaan utama dengan MF : ukuran pori-pori (dimana MF > 0,1 micron). Untuk proses pemeliharaan air, UF

digunakan sebagai penjernih dan disinfeksi yang berfungsi untuk memusnahkan semua jenis bakteri dan virus. Tekanan pengoperasian: 50 hingga 500 Kpa.

3. **Reserve Osmosis (RO)**

Proses yang terjadi pada membran RO dikendalikan oleh tekanan dimana pelarut dari larutan ditransfer melalui sebuah membran tebal yang terangkai untuk menahan garam - garaman dan larutan – larutan dengan berat molekular rendah. Jika sebuah larutan garam kental dipisahkan dari air murni dengan RO, perbedaan dalam potensi kimianya adalah adanya kecenderungan untuk menaikkan difusi air dari keadaan encer ke keadaan kental untuk menyeimbangkan kekentalan. Pada titik keseimbangan, perbedaan diantara kedua kompartemen berhubungan dengan tekanan osmosis dari larutan garam. Untuk mendapatkan aliran yang ekonomis dan dapat diamati, setidaknya tekanan osmosisnya harus dikeluarkan dua kali. Untuk air laut, digunakan tekanan dari 5 hingga 8 Mpa.

4. **Nanofiltasion (NF)**

Nanofiltrasion dikenal juga dengan RO bertekanan rendah. Nanofitrasion terletak diantara RO dan UF dalam hal selektifitas. Berfungsi untuk pemusnahan ion-ion dan organisme-organisme multivalen dimana ion-ion dan organisme-organisme multivalen yang tidak ditolak sempurna oleh nanofiltrasion membutuhkan RO. NF mengarah pada tekanan balik osmosis yang lebih rendah dari RO. Tekanan: 0,5 hingga 1,5 Mpa

Aplikasi Nanofiltrasi digunakan sebagai :

- Pemurnian air
- Pemusnahan zat-zat organik
- Pemusnahan ion-ion multivalen
- Penguraian garam dari produk reaksi organik
- Pemusnahan arsenik.

Membran Keramik merupakan suatu proses penyaringan air (dalam penelitian ini adalah air laboratorium) dimana air yang akan diolah dilewatkan pada suatu media proses yaitu reaktor membran keramik. Dengan bantuan pompa, diberikan tekanan keatas sehingga diharapkan air dapat merembes melewati pori-pori dinding reaktor. Hal ini dipengaruhi oleh kombinasi campuran antara tanah lempung, pasir kuarsa dan serbuk gergaji yang dapat menurunkan konsentrasi amonium (NH_4) dan sulfat (SO_4).

Mekanisme Proses yang terjadi dalam proses penyaringan adalah kombinasi dari beberapa fenomena yang berbeda, yang paling penting adalah antara lain:

a. Proses penyaringan adalah proses pemurnian air dari partikel-partikel zat tersuspensi yang terlalu besar dengan jumlah pemisahan melalui celah-celah diantara butiran pasir (pori) yang berlangsung diantara permukaan pasir.
b. Proses sedimentasi adalah proses pengendapan yang terjadi tidak berbeda seperti pada bak pengendap biasa, tetapi pada bak pengendap biasa endapan akan berbentuk hanya pada dasar bak, sedangkan pada filtrasi endapan dapat terbentuk pada seluruh permukaan butiran.

c. Proses adsorpsi atau penyerapan dapat terjadi akibat tumbukan antara partikel-partikel tersuspensi dengan butiran pasir saringan, merupakan hasil daya tarik menarik antara partikel-partikel yang bermuatan listrik berlawanan. Media pasir yang bersih mempunyai muatan listrik negatif dengan demikian mampyu mengadsorpsi partikel-partikel positif
d. Aktivitas kimia, beberapa reaksi kimia akan terjadi dengan adanya oksigen maupun bikarbonat.
e. Aktivitas biologis yang disebabkan oleh mikroorganisme yang hidup dalam filter

Adsorbsi secara umum adalah proses pengumpulan substansi terlarut yang ada dalam larutan oleh permukaan zat atau benda penyerap dimana terjadi suatu ikatan kimia fisik antara substansi dengan zat penyerap. Karena keduanya sering muncul bersamaan dalam suatu proses maka ada yang menyebut sorbsi, baik adsorbsi sebagai sorbsi yang terjadi pada karbon aktif maupun padatan lainnya. Namun unit operasinya dikenal sebagai adsorbsi. Adapun adsorbsi dapat dikelompokan menjadi dua:

a. Adsorbsi fisik, yaitu terutama terjadi adanya gaya van der walls dan berlangsung bolak-balik. Ketika gaya tarik-menarik molekul antara zat terlarut dengan adsorben lebih besar dari gaya tarik-menarik zat terlarut dengan pelarut, maka zat terlarut akan teradsorbsi diatas permukaan adsorben.
b. Adsorbsi kimia yaitu reaksi kimia yang terjadi antara zat padat dengan adsorbat larut dan reaksi ini tidak berlangsung bolak-balik.

Mekanisme Adsorbsi dapat digambarkan sebagai proses dimana molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat adsorben akibat kimia dan fisika (*Reynolds, dalam Rozalina, C. 2006*).

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

1. Transfer molekul-molekul adsorbad menuju lapisan film yang mengelilingi adsorben.
2. Difusi adsorbad melalui lapisan film (*film diffusin process*).
3. Difusi adsorbad melalui kapiler atau pori-pori dalam adsorben (*pore diffusion*).
4. Adsorbsi adsorbat pada dinding kapiler atau permukaan adsorben (proses adsorbsi sebenarnya), (*Reynolds, dalam Rozalina, C. 2006*).

Bahan penyerap merupakan suatu padatan yang mempunyai sifat mengikat molekul pada permukaannya dan sifat ini menonjol pada padatan yang berpori-pori. Semakin halus atau kecil ukuran partikel adsorben, semakin luas permukaannya dan daya serap semakin besar. Beberapa sifat yang harus dipenuhi oleh zat penyerap yaitu:

1. Mempunyai luas permukaan yang besar.
2. Berpori-pori
3. Aktif dan murni
4. Tidak bereaksi dengan zat yang akan diserap.

Pemilihan adsorben pada proses adsorbsi sangat mempengaruhi sorbsi. Beberapa adsorben yang sering digunakan pada proses adsorbsi misalnya: bentonit,

tuff, pumice, zeolit, dan silika gel. Pemilihan adsorben juga mempengaruhi kapasitas adsorbsi.

Adapun faktor yang mempengaruhi kapasitas adsorbsi yaitu:

1. Luas permukaan adsorben.

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

2. Ukuran partikel

   Makin kecil ukuran partikel yang digunakan maka semakin besar kecepatan adsorbsinya. Ukuran diameter dalam bentuk butir adalah lebih dari 0.1 mm, sedangkan ukuran diameter dalam bentuk serbuk adalah 200 mesh.

3. Waktu kontak

   Waktu kontak merupakan suatu hal yang sangat menentukan dalam proses adsorbsi. Waktu kontak yang lebih lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul adsorbat berlangsung lebih baik. Konsentrasi zat-zat organik akan turun apabila waktu kontaknya cukup dan waktu kontak berkisar 10 – 15 menit (*Reynolds, dalam Rozalina, C. 2006*).

4. Distribusi ukuran pori

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

2.2.2. Keramik

Keramik berasal dari bahasa Yunani "Keramos" yang berarti periuk atau belanga yang dibuat dari tanah. Yang dimaksud dengan keramik adalah segala

macam benda yang dibuat dari tanah liat, setelah kering kemudian dibakar hingga pijar sampai suhu tertentu, setelah itu didinginkan sehingga menjadi keras. Menurut golongannya, keramik dapat dibagi dalam dua kelompok yaitu :

1. Keramik bakaran rendah (gerabah lunak)

   Keramik bakaran rendah adalah semua bahan keramik yang dibakar dan dapat mencapai suhu pembakaran antara 900° C sampai 1050° C, misalnya keramik Plered Purwakarta, Kasongan, Keramik Pejaten, Bali dan lain-lain. Keramik bakaran rendah pada umumnya berpori (*porous*), sehingga air didalamnya dapat merembes keluar melalui pori-pori dindingnya. Sering kita jumpai sebuah kendi terbuat dari tanah liat merah setelah diisi air tampak basah bagian dinding luarnya.

2. Keramik bakaran tinggi (gerabah keras)

   Keramik bakaran tinggi adalah semua barang keramik yang dibakar hingga mencapai suhu pembakaran antara 1250° C dan 1350° C atau lebih. Yang termasuk dalam kelompok gerabah keras diantaranya adalah *stoneware* (lempung batu) dan porselen. Pada umumnya barang-barang keramik hasil dari bakaran tinggi sangat baik untuk tempat menyimpan air, jelasnya air tidak akan merembes keluar dari dinding keramik yang diisi air itu, karena tidak berpori-pori. Bila dipukul-pukul suaranya berdencing nyaring serta tidak akan mudah pecah bila saling bersentuhan dengan benda lainnya. Benda-benda porselen dapat dibuat setipis mungkin, seperti misalnya cangkir porselen yang biasa kita pakai untuk minum tipis sekali sehingga dapat ditembus cahaya lampu.

2.2.3 Bahan Baku Keramik

Bahan baku dari keramik (gerabah) pada penelitian ini adalah bahan alami yaitu bahan-bahan asli yang berasal dari alam dan belum mengalami proses pengolahan oleh manusia, yaitu mineral lempung seperti kaolinit ($AL_2(Si_2O_3)(OH)_4$ dan bentonit (Al. Na, Ca, Mg)$(Si_2O_5)(OH)_2$; SiO_2 mengandung mineral seperti pasir silica, dan serbuk gergaji.

1. **Susunan Tanah Lempung**

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

   a. Berukuran lebih kecil dari 0,002 m
   b. Struktur terutama berbentuk lapisan dan sebagian kecil berbentuk rantai.
   c. Berdosiasi permukaan.

   Beberapa lempung terdiri dari sebuah mineral tunggal, tetapi ada juga yang tersusun dari campuran beberapa mineral lempung. Beberapa bahan lempung mengandung variasi dari sejumlah mineral non lempung seperti kuarsa, kalsit, pirit dan feldspar yang merupakan contoh-contoh penting. Selain itu juga, mengandung bahan-bahan organik dalam air.

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

2. Klasifikasi Mineral Lempung

Berdasarkan struktur mineral lempung dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Amorf, Kelompok alofan
2. Kristalin
   a. Tipe dua lapisan (struktur-struktur lembaran yang tersusun oleh satu lapisan silica tetrahedral dan satu lapisan aluminium oktahedral).
      i. Ekuidimensional

         Kelompok kaolinite : kaolinite, nactrite, dictrite
      ii. Memanjang

         Kelompok halloysite
   b. Tipe tiga lapisan (struktur-struktur lembaran yang tersusun oleh dua lapisan silica tentrahedron dan satu pusat lapisan dioktahedral atau triohedral).
      i. Kisi yang mengembang
         - Ekuidimensional

           Kelompok montmorillonite : montmoriloni, saukonit, vermikulit
         - Memanjang

           Kelompok montmoriloni : nontronit, saonit, hektrorit
      ii. Kisi yang tidak mengembang

         Kelompok illite
   c. Tipe lapisan campuran yang teratur (susunan yang teratur pada lapisan yang bergantian dari tipe yang berbeda).

d. Tipe struktur rantai (rantai yang mirip *hornblende* pada silica tetrahedron yang mengandung atom Al dan Mg).

Kelompok miselaneous : Atapulgit, sepiolite, poligorskit.

3. Sifat Fisik Mineral Lempung

Mineral lempung mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

1. Flokulasi dan Deflokulasi

Flokulasi dan deflokulasi melukiskan keadaan agregasi dari butir-butir lempung bila bercampur dengan air, lempung-lempung kering atau mineral lempung dengan cepat akan menyerap air, dan air yang terserap itu akan mengendap dengan pemanasan 100 -200° C. Flokulasi adalah proses penggumpalan butir-butir lempung menjadi gumpalan yang lebih besar, sedangkan deflokulasi merupakan kebalikannya yaitu proses dispersi gumpalan-gumpalan menjadi bagian-bagian yang kecil.

2. Plastisitas

Plastisitas adalah sifat yang memungkinkan lempung dapat diberi bentuk tanpa rekahan-rekahan dan bentuk tersebut akan tetap setelah gaya pembentuknya dihilangkan.

3. *Thixoptropy*

Thixoptropy atau daya bersuspensi adalah suatu sifat mineral lempung atau material lempung yang bila bercampur dengan suatu cairan akan membentuk suspensi. Sifat ini berkaitan dengan keplastisan.

4. Tekstur mineral lempung meliputi ukuran dan bentuk partikel lempung yang mempengaruhi keplastisan, kekuatan, mekanis, kemudahan pada pengeringan dan karakter produk setelah dibakar.
5. Warna lempung

   Warna lempung ditentukan oleh kandungan senyawa-senyawa besi atau bahan-bahan karbon, kadang-kadang juga mineral mangan dan titan dalam jumlah yang cukup bisa mempengaruhi warna pada lempung.
6. Kekuatan panas pada mineral lempung

   Mineral lempung akan kehilangan air pori-pori bila dilakukan pemanasan diatas suhu 150°C, sedangkan pemanasan pada suhu 400-900° C air akan meloncat ke atas dari kisi-kisi sebagai kelompok OH dan struktur kristal akan terhancurkan sebagian atau terubah.

4. Sifat Kimiawi Mineral Lempung

Mineral lempung mempunyai sifat-sifat kimiawi sebagai berikut :

1. Pertukaran ion

   Salah satu sifat yang penting dari mineral lempung adalah pertukaran elektrik pada partikel dengan mineral lempung akan menarik kation dan anion melalui cara penukaran atau menetralisir, artinya dengan mudah digantikan oleh anion dan kation lain saat kontak dengan ion-ion lain pada larutan yang encer.
2. Interaksi dengan air
   a. Sifat hidrasi pada kandungan air yang relatif rendah

Sifat mineral lempung dalam air adalah kompleks dan penting sekali. Sifat ini mempertimbangkan penyerapan air oleh mineral lempung dari suatu keadaan yang relatif kering, yaitu interaksi terjadi ketika molekul air melekat pada permukaan partikel atau berhubungan dengan kation yang dapat berpindah. Penyerapan air oleh mineral lempung dapat terjadi baik oleh hidrasi permukaan kristal ataupun pertukaran kation.

b. Kandungan air yang tinggi (sifat lempung koloid)

Pengembangan osmosis pada ruang antar lapisan relatif besar diperlihatkan oleh bentuk pertukaran Na^+ dan Li^+ pada montmorilonit yang dapat dijelaskan dari teori lapisan ganda elektris. Dasarnya adalah lapisan lempung berharga negatif menyebabkan penarikan kation dan penolakan anion (Olphen, dalam Akbar,M. 2006).

c. Interaksi dengan bahan organik

Beberapa molekul organik yang terdapat di air, dapat dengan mudah diserap oleh mineral lempung. Pada beberapa kejadian terutama untuk molekul organik tak terkutub, kekuatan interaksinya relatif lemah hanya dengan penyerapan secara fisik. Ikatan antara mineral lempung dan bahan organik terjadi melalui :

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

Pada lempung-lempung yang kering, muatan negatif di permukaan dinetralkan oleh adanya *exhangable cation* (ion-ion posif yang mudah diganti) lempung tersebut dan terikat pada partikel oleh gaya tarik menarik elektristik. Bila air kemudian ditambahkan pada lempung tersebut, kation-kation dan sejumlah kecil anion-anion (ion-ion bermutan negatif) akan "berenang" diantara partikel-partikel itu. Keadaan seperti ini disebut sebagai lapisan ganda terdifusi (*diffuse double Layer*).

5. Permeabilitas Tanah (Lempung)

Permeabilitas didefinisikan sebagai bahan berpori yang memungkinkan aliran rembesan dari cairan yang cair atau minyak mengalir lewat rongga pori. Pori-pori tanah saling berhubungan antara yang satu dengan yang lainnya, sehingga air dapat mengalir dari titik dengan energi tinggi ke titik energi yang lebih rendah. (*Christady, dalam Nutayla, N. 2006*).

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

6. Porositas Tanah Lempung

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

Banyaknya ruang kosong di dalam tanah tergantung pada butir-butir, semakin besar butir-butir semakin besar pula ruang pori demikan juga sebaliknya. Menurut Sarwo Hardjowigeno udara dan air mengisi pori-pori tanah. Banyaknya pori-pori ± 50% dari volume tanah, sedangkan jumlah air dan udara berubah-ubah.

7. Pasir Kwarsa

Dalam penelitian ini pasir kuarsa digunakan sebagai komposisi campuran dalam pembuatan reaktor membran keramik. Pasir kuarsa mempunyai beberapa sifat cukup spesifik, sehingga untuk pemanfaatannya yang maksimal diperlukan pengetahuan yang cukup mengenai sifat-sifatnya. Sifat-sifat tersebut antara lain :

a. Bentuk butiran pasir. Bentuk butiran pasir dapat dibagi 4 (empat) macam yaitu : membulat (*rounded*), menyudut tanggung (*sub-angular*), menyudut (*angular*), dan gabungan (*compound*). Pasir yang berbentuk bundar memberikan kelolosan yang lebih tinggi daripada bentuk yang menyudut.
b. Ukuran butiran pasir. Butiran pasir yang berukuran besar/kasar memberikan kelolosan yang lebih besar sedangkan yang berbutir halus memberikan kelolosan yang lebih rendah. Pasir yang berbutir halus mempunyai luas permukaan yang lebih luas.
c. Sebaran ukuran butiran pasir, dapat dibagi menjadi 4 macam, yaitu :
    1. Sebaran ukuran butir sempit. yaitu susunan ukuran butir hanya terdiri dari kurang lebih 2 (dua) macam saja

2. Sebaran ukuran butir sangat sempit, yaitu 90 % ukuran butir pasir terdiri dari satu macam saja.
3. Sebaran butir pasir lebar, yaitu susunan ukuran butir terdiri dari kurang lebih 3 (tiga) macam.
4. Sebaran ukuran butir pasir sangat lebar, yaitu susunan ukuran butiran pasir terdiri dari lebih dari tiga (tiga) macam.

d. Susunan kimia, beberapa senyawa kimia yang perlu diperhatikan dalam pasir kuarsa adalah SiO_2, Na_2O, CaO, Fe_2O_3. Kandungan SiO_2 dipilih setinggi mungkin dan kandungan senyawa yang lain serendah mungkin. Makin tinggi kandungan SiO2 makin tinggi daya penyerapannya. Secara umum pasir kuarsa Indonesia mempunyai komposisi :

a. SiO_2 : 35.50 - 99.85 %
b. Fe_2O_3 : 0.01 – 9.14 %
c. $Al2O_3$: 0.01 – 18.00 %
d. CaO : 0.01 – 0.29 %

8. Serbuk Gergaji

Serbuk gergaji digunakan sebagai campuran dalam pembuatan reaktor membran keramik. Serbuk gergaji merupakan limbah yang selalu ada pada tiap industri pengolahan kayu. Pada industri penggergajian, serbuk gergaji yang dihasilkan berkisar 11-15%, sedang pada industri kayu lapis dan molding biasanya lebih kecil. Besarnya persentase limbah serbuk gergaji yang dihasilkan pada proses pengolahan kayu seperti penggergajian, tergar tung dari

beberapa faktor seperti jenis kayu, tipe gergaji, tebal bilah gergaji (*kerf*), diameter log, kualitas yang ingin dihasilkan dan lain-lain.

Serbuk gergaji umumnya banyak dimanfaatkan untuk bahan baku tungku pemanas atau bila diperkirakan akan menguntungkan, dimanfaatkan sebagai bahan baku pada pembuatan papan partikel. Juga dapat ada yang dimanfaatkan sebagai media pertumbuhan di persemaian. Selain itu, serbuk gergaji dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan briket arang.

2.3 Pembuatan Keramik

Pembuatan keramik dimulai dari proses pengolahan tanah, pembentukan badan keramik, pengeringan, penyusunan dalam tungku pembakaran.

1. Pengolahan bahan baku.

   Bahan pembuat keramik harus diolah terlebih dahulu sebelum bahan siap dibentuk karena hampir semua bahan alami murni mengandung banyak *grit*. Pemisahan dapat dilakukan secara manual atau secara mekanis. Bahan-bahan keramik alam dihancurkan, disaring dan diambil ukuran butir bahan yang dikehendaki. Penyaringan dapat dilakukan dengan cara basah atau kering.

2. Pembentukan badan keramik

   Pembentukan badan keramik ada beberapa cara antara lain *die pressing, rubbermuld pressing, extrusion molding, slip testing* dan *injection molding. Die Pressing (*tekan mati) digunakan pada bahan pembuat tepung dengan kadar cairan 10-20% dan cukup menjadi padat dengan tekanan. Produknya antara lain jubin lantai dan jubin dinding. *Rubber mold pressing* digunakan pada bubuk

padat seragam. Disebut *rubber mold pressing* karena penggunaan cetakan yang seperti sarung dari batu penggosok. Bahan diletakkan dalam cetakan dan ditekan dengan menggunakan tekanan hidrostatik dalam ruang.

Ektrusion molding merupakan pembentukan bahan dengan menggunakan menggeser campuran bahan plastis kaku pada lubang mati, contoh produknya adalah pipa selokan dan ubin lekuk. *Slip casting* dipakai jika larutan bahan cukup encer dan dimanfaatkan untuk membuat barang-barang yang cukup banyak. *Injection molding* merupakan teknik pembuatan badan keramik dengan cara menekan bahan keramik pada cetakan.

3. Pengeringan

Pengeringan disini dimaksudkan untuk menghilangkan apa yang disebut dengan plastisnya saja, sedang air yang terikat dalam molekul tanah liat (air kimia) hanya bisa dihilangkan melalui pembakaran. Tujuan dari pembakaran adalah untuk memberikan kekuatan kepada barang-barang mentah sehingga dapat disusun dalam tungku dan menghilangkan air yang berlebihan, yang menimbulkan kesukaran-kesukaran dalam proses pembakaran. Kerusakan yang dapat terjadi antara lain perubahan bentuk dan retak-retak.

Beberapa cara pengeringan yang dapat dilakukan antara lain diangin-anginkan, dipanaskan dalam alat khusus dan membungkus benda dengan kain yang agak basah. Pada pembuatan keramik dengan teknologi maju, proses pengeringan ini dilakukan langsung dengan proses pembakaran.

4. Pembakaran

Proses pembakaran bahan keramik sering juga disebut *Sinering processes.* Suhu yang dipakai dalam pembakaran sangat tergantung dari metode, bahan yang akan dibakar dan benda hasil bakar. Sebagai contoh pada metode standar *Pressure sintering* dengan materi dasar Si_3N_4 memerlukan suhu 1700°C-1800°C pada gas Nitrogen (N_2). *Hot pressing* dengan bahan dasar Si_3N_4 memerlukan suhu 1700°C-1800°C dengan tekanan 200-500 Kg/cm^2. *Reaction sintering* dengan bahan dasar SiO_2 dibakar pada suhu 1350 °C -1600°C. *Chemical vapor deposition* (CVD) dengan bahan dasar SiH_4 dan NH_3 dipanaskan pada suhu 800°C-1400°C. selain itu masih ada metode-metode lain seprti *Hot Isolatic Press* (HIP), *atmospheric pressure sintering, Ultra high pressure sintering, Post reaction sintering* dan *recrystallization sintering* (*Ichinose, dalam Rozalina, C. 2006*).

Dalam proses pembakaran, jenis air yang harus dihilangkan adalah air suspensi, air antar partikel, air pori antar partikel setelah pengerutan, air terserap (*adsorbsi*) pda partikel dan air kisi dalam struktur kristalnya (*Hartono, Rozalina, C. 2006*).

Tahap dalam pembakaran dapat dijelaskan sebagai berikut :

1) Tahap penghilangan uap

Suhu bakar tahap ini berlangsung dari awal sampai sekitar suhu 500°C. Tujuannya adalah untuk menghilangkan molekul-molekul air pada bahan, membakar unsur karbon dan unsur organis bahan. Pembakaran harus dilakukan perlahan-lahan sampai semua molekul air hilang, jangan sampai

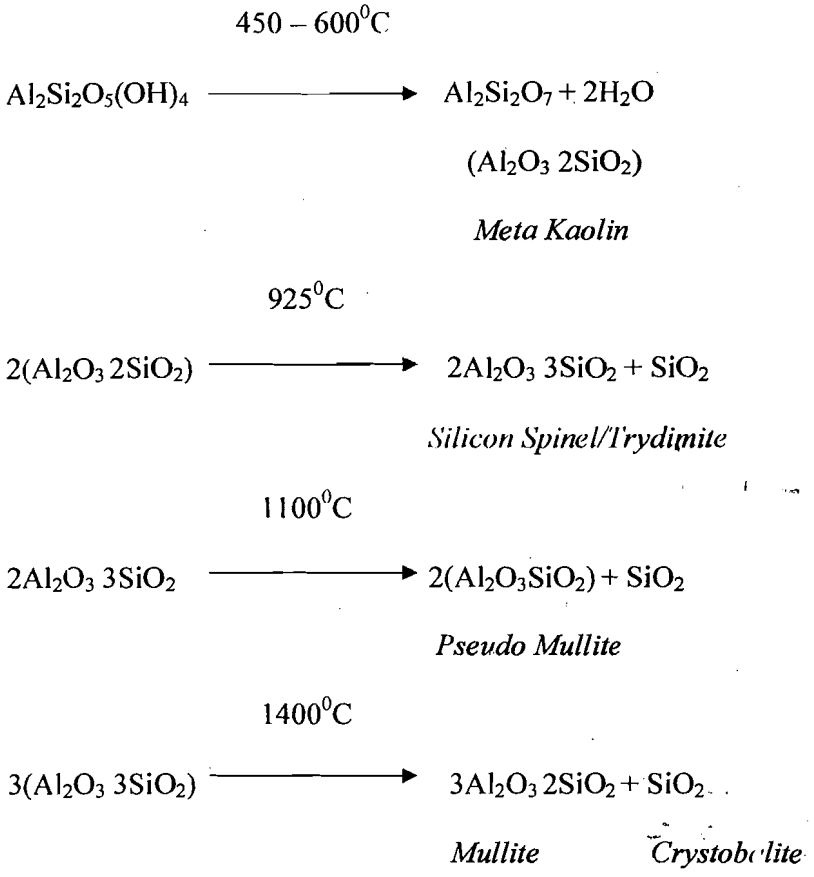
ada molekul air yang terjebak dalam bahan karena akan terjadi letupan yang merusak bahan. Pada suhu 300°C-400°C zat-zat organis dan unsur karbon akan terbakar habis.

2) Tahap penggelasan

Setelah air dalam bahan habis, suhu dapat ditingkatkan sedikit demi sedikit. Pembakaran suhu yang paling menentukan adalah pada suhu 573°C. pada suhu ini tungku pembakaran mulai menjadi merah panas dan terjadi penggantian fisik silika. Pada proses pendinginan suhu 573°C juga merupakan titik kritis, sehingga sering disebut sebagai *inverse kwarsa.* Setelah suhu mencapai 600°C tingkat bakar dapat dipercepat sampai terbentuk sinter (kilau) dari bahan yaitu terjadi pada suhu 900°C-1200°C.

3) Tahap pendinginan

Pendinginan dilakukan perlahan-lahan, setelah suhu bakar yang dikehendaki tercapai. Jika suhu pembakaran dihentikan maka suhu tungku akan turun sedikit demi sedikit, sampai pada suhu kamar. Penurunan suhu yang demikian bertujuan untuk menghindari terjadinya keretakan pada keramik dan menjaga kondisi tungku bakar (Astuti, 1997). Untuk tungku bakar yang bagus disediakan fasilitas pendingin dengan mengalirkan udara. Proses perubahan bentonit alam dalam pembakaran dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 2.1 Proses Perubahan Bentonit Alam Dalam Pembakaran (Meda Sagala, 2000).

Perubahan komposisi kaolin dalam pembakaran dapat dilihat pada tabel beriku ini:

Tabel 2.2 Perubahan Komposisi Kaolin Dalam Pembakaran

Temperatur	Peristiwa yang Terjadi
30 -150°C	- Penguapan air mekanis dan air terserap
500 – 600°C	- Penguapan air mineral/ air kimia/ air kristal dari mineral lempung kaolinit $Al_2O_3\ 2SiO_2\ 2H_2O \rightarrow Al2O_3\ 2SiO_2 + 2H_2O$
850 – 1050°C	- Terjadi reaksi eksoternal ketika terjadi reaksi peruraian keseimbangan (disosias) membentuk Mullite dan Trydimite $3Al_2O_32SiO_2 \rightarrow 3AlO_32SiO_2$ (amorph) + $4SiO_2$ (trydimate)
1350°C	- Kristalisasi awal dari mineral Mullite ($3Al_2O_32SiO_2$)
1470°C	- Tyrdimite berubah menjadi Crystobalite stabil (SiO_2)
1470 + 1790°C	- Keseimbangan Mullite-Crystobalit
+ 2000°C	- Melebur

2.4 Parameter Yang Diteliti

2.4.1 Amonium (NH_4)

Amonium terdapat dalam sumber-sumber air, secara alamiah terdapat pada air permukaan terutama pada air limbah. Terdapatnya amonium dalam air erat hubugannya dengan siklus pada N di alam ini. Dengan melihat siklus tersebut dapat diketahui bahwa ammonium dapat terbentuk dari :

- Dekomposisi bahan-bahan organik yang mengandung N baik yang berasal dari hewan (misalnya feses) oleh bakteri.
- Hydrolisa urea yang terdapat pada urine hewan.
- Dekomposisi bahan-bahan organik dari tumbuh-tumbuhan yang mati oleh bakteri.
- Dari N_2 atmosfir, melalui pengubahan N_2O_5 oleh loncatan listrik di udara, menjadi HNO_3 karena persatuannya dengan air, dan selanjutnya jatuh ke tanah oleh hujan. Dengan melalui pembentukannya menjadi protein organik yang terjadi selanjutnya, dan oleh dekomposisi bakteri akhirnya akan terbentuk ammonium.

Amonium adalah oksidasi lanjutan dari bentuk dasar nitrogen, sehingga masih mengandung ion. Keberadaannya biasanya bersamaan dengan nitrit (NO_2^-) dan nitrat (NO_3^-) namun amonium tidak bereaksi dengan 2 zat tersebut, sehingga dapat dipisahkan bila ingin dianalisis.

Adapun sifat-sifat ammonium adalah sebagai berikut :

1. Amonium adalah suatu zat kimia yang tidak menunjukkan adanya warna, ini merupakan suatu karakteristik.

2. Bersifat basa karena dapat membiarkan lakmus merah.
3. Amonium apabila dilarutkan dalam air akan membentuk Amonium hidroksida pada derajat asam ± 7 (*Keenan, 1992*).
4. Merupakan gas yang mudah menguap, berbau busuk (menyengat) dan tidak berwarna, mudah dicairkan dan sangat mudah larut dalam air, kira-kira 700 liter gas ini melarut dalam 1 liter zat pada tekanan kamar. Kelarutan dalam air menghasilkan alkali lemah, titik leleh 77,8°C dan titik didih 33.4°C. (*Keenan, 1992*).
5. Amonium dalam keadaan basa apabila ditambah reagen Nessler (suatu larutan K_2HgI_4 yang alkalis) akan terbentuk warna coklat + kuning, kalau terdapat banyak amonium akan terjadi endapan coklat (*Keenan, 1992*).

Secara umum ammonium berpengaruh pada kesehatan manusia bila jumlahnya terlalu banyak, antara lain dapat menyebabkan iritasi dan korosi. Amonium merupakan suatu zat yang menimbulkan bau yang sangat tajam dan menusuk hidung. Pertumbuhan mikroorganisme dapat "*booming*" bila konsentrasi ammonia melimpah. Dalam treatment air, ammonium bereaksi dengan klor dan mengganggu proses disinfektan yang dilakukan oleh klor.

2.4.2 Sulfat (SO_4)

Ion Sulfat adalah salah satu anion yang banyak terjadi pada air alam. Ia merupakan sesuatu yang penting dalam penyediaan air untuk umum karena pengaruh pencucian perut yang bisa terjadi pada manusia apabila ada dalam konsentrasi yang cukup besar.

Apabila dalam air terdapat kandungan sulfat (SO_4) tinggi maka akan menimbulkan masalah bau dan masalah korosi pada perpipaan yang diakibatkan dari reduksi sulfat menjadi hindrogen sulfide dalam kondisi anaerobik yang disebabkan oleh H_2SO_4, sebagaimana ditunjukkan pada persamaan berikut :

$$SO_4 + bahan\ organik \xrightarrow[bakteri]{anaerobik} S^{2-} + H_2O + CO_2$$

$$S^{2-} + 2H^+ \rightarrow H_2S$$

$$H_2S + 2O_2 \xrightarrow{bakteria} H_2SO_4$$

H_2SO_4 merupakan asam kuat yang selanjutnya akan dapat bereaksi dengan logam-logam yang merupakan bahan dari pipa yang dipergunakan, dan terjadilah apa yang dinamakan korosi. Masalah bau disebabkan karena terbentuknya H_2S yang merupakan suatu gas yang berbau.

Efek laksatif pada asam sulfat dapat ditimbulkan pada konsentrasi 600 – 1000 mg/l, apabila Mg^+ dan Na^+ merupakan kation yang bergabung dengan SO_4. efek laksatif yang ditimbulkan oleh terbentuknya Na_2SO_4 atau $MgSO_4$ ini adalah berupa timbulnya rasa mual dan ingin muntah.

2.4 Hipotesa

Terjadi penurunan kandungan Amonium dan Sulfat setelah melalui proses filtrasi dengan menggunakan membran keramik.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian lapangan (*field eksperiment*), yang dilakukan dengan percobaan dalam batasan waktu tertentu terhadap konsentrasi amonium (NH_4) dan sulfat (SO_4) dari air limbah laboratorium dengan menggunakan membran keramik

3.2 Objek Penelitian

Sebagai objek penelitian ini adalah konsentrasi amonium (NH_4) dan sulfat (SO_4) dari air limbah laboratorium.

3.3 Lokasi Penelitian

Lokasi pengembilan sampel air bertempat di Laboratorium Kualitas Air Jurusan Terknik Lingkungan UII, Yogyakarta dan sebagai tempat analisa sampel yaitu di Laboratorium Teknik Lingkungan, UII, dan Balai Pengujian Konstruksi dan Lingkungan (BPKL), Yogyakarta.

3.4. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Mei 2006 sampai dengan November 2006, meliputi pembuatan alat, pengolahan air, dan pemeriksaan hasil pengolahan.

3.5 Variabel Penelitian

1. Variabel bebas (*Independent Variable*)

   Variasi konsentrasi 7,5 %, dan 10 % dalam menurunkan konsentrasi amonium (NH_4) dan sulfat (SO_4).

   - Tinggi membran 12,5 cm.
   - Diameter keramik 3,5 cm.
   - Diameter bagian bawah keramik 9 cm.
   - Variasi waktu untuk menghitung laju penurunan konsentrasi amonium (NH_4) dan sulfat (SO_4).
   - Variabel terikat (*Dependent Variable*)

   Parameter yang diteliti adalah konsentrasi amonium (NH_4) dan sulfat (SO_4).

3.6 Desain Membran Keramik

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

1. Tanah lempung
2. Pasir kwarsa

   Komposisi pasir kwarsa adalah 10% dari berat tanah lempung, untuk setiap 5 Kg tanah lempung
3. Serbuk gergaji

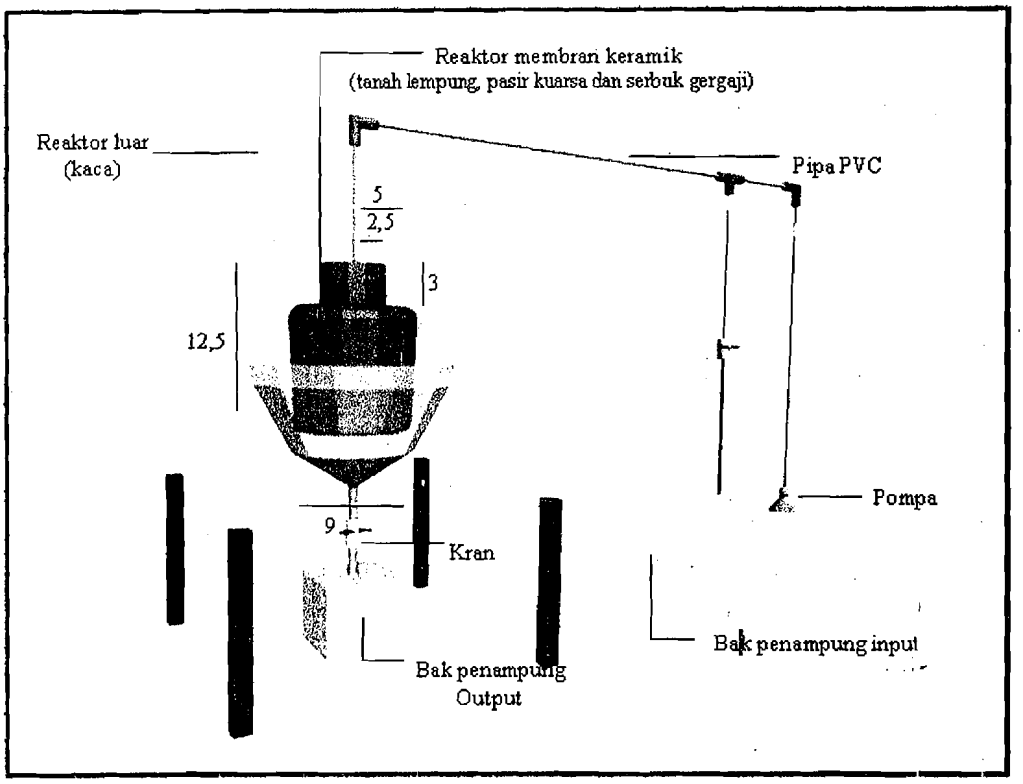
   Serbuk gergaji diambil dari sisa pengergajian dengan menggunakan mesin listrik. Ukuran dari serbuk gergaji yang akan digunakan adalah sekitar ± 50

mesh setelah mengalami penyaringan. Serbuk gergaji yang digunakan berasal dari pohon kelapa.

3.7. Dimensi Reaktor

Reaktor yang direncanakan terbuat dari komposisi antara tanah lempung, pasir kuarsa dan serbuk gergaji. Proses dari reaktor ini adalah air sampel (air limbah laboratorium) dari tempat penampungan (input) akan mengalir melalui pipa menuju membran keramik (gerabah), dengan bantuan pompa. Air sampel yang mengalir kedalam membran keramik tersebut akan merembes melewati pori-pori dinding keramik, yang kemudian ditampung didalam reaktor luar. Air uji yang ditampung didalam reaktor luar dialirkan melalui valve menuju bak penampung (output) untuk kemudian diteliti (diuji) di Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan. Dimensi reaktor, yaitu:

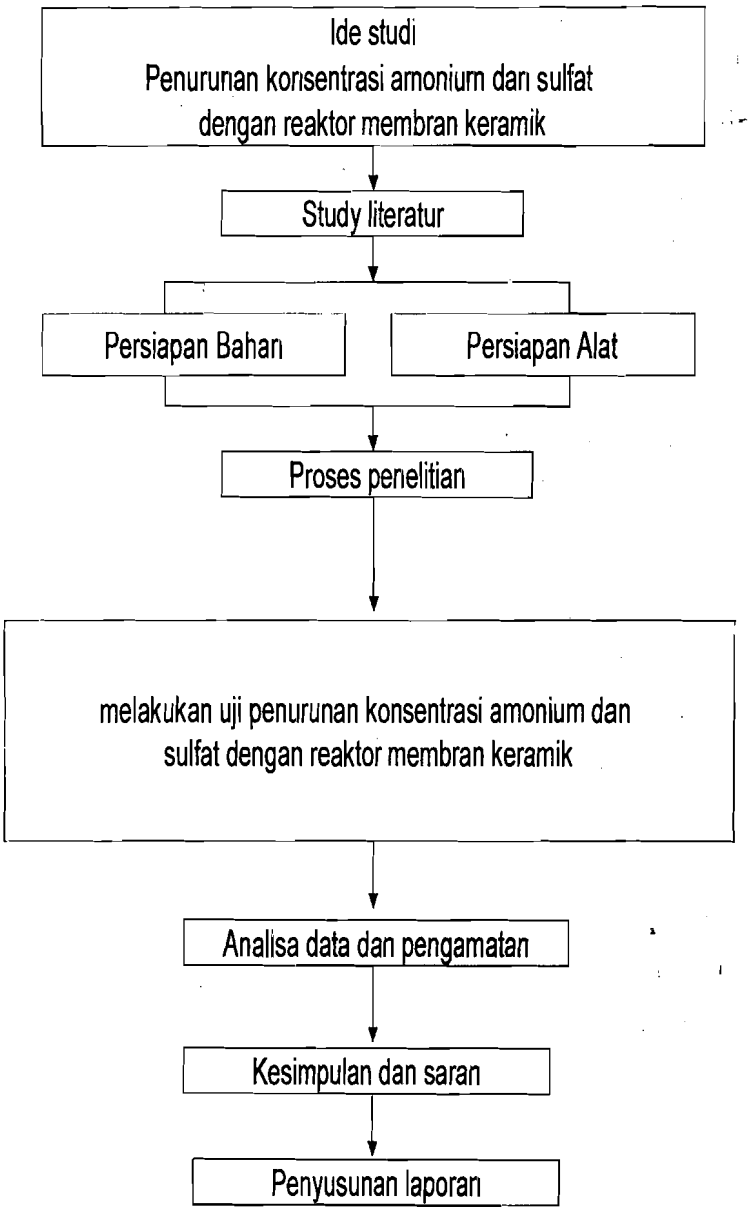
- Tinggi membran 12,5 cm.
- Diameter keramik 3,5 cm.
- Diameter bagian bawah keramik 9 cm.



Gambar 3.1. Reaktor Membran Keramik

3.8 Metode Penelitian

Tahapan penelitian " Penurunan Konsentrasi Amonium (NH_4) Dan Sulfat (SO_4) Pada Air Limbah Laboratorium Kualitas Air Dengan Menggunakan Membran Keramik " dapat dilihat pada diagram alir berikut ini:



Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian

3.9 Tahapan Penelitian

1. Studi Literatur

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

2. Persiapan Penelitian

A. Persiapan alat dan bahan

1. Tanah lempung.
2. Pasir kuarsa (silika) 10 % dari berat tanah lempung 5 kg.
3. Serbuk gergaji sesuai dengan variasi (5 %, 7,5 %), Serbuk gergaji diambil dari sisa pengergajian dengan menggunakan mesin listrik. Ukuran dari serbuk gergaji yang akan digunakan adalah sekitar ± 50 mesh setelah mengalami penyaringan. Serbuk gergaji yang digunakan berasal dari pohon kelapa.
4. Bak Penampung (Ember)

B. Pembuatan Reaktor Membran Keramik

a) Pembuatan Membran Keramik

1. Pengolahan bahan baku.
2. Pembentukan badan keramik

   Dimensi membran keramik, yaitu:

   - Tinggi membran 12,5 cm.
   - Diameter keramik 3,5 cm.

- Diameter bagian bawah keramik 9 cm.

3. Pengeringan membran kramik
4. Pembakaran membran kramik

b) Pembuatan Reaktor dan Kaki Reaktor

1. Merangkai peralatan Reaktor dibuat dari kaca dengan dimensi 30 x 30 x 30 cm.
2. Kaki reaktor terbuat dari besi dengan tinggi 50 cm.

C. Pengambilan sampel

1. Pengambilan air limbah sebagai air baku

   Pengambilan sampel sebanyak 10L, dimasukkan kedalam jerigen untuk dilakukan pengolahan dengan Membran Keramik.

2. Pada pengolahan air, diambil pada dua titik, yaitu:
   a. Sebelum melalui Membran Keramik (Inlet).
   b. Setelah melelui Membran Keramik (Outlet).

3.10 Analisa Loaboratorium

Effluen hasil penyaringan dianalisa di Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan FTSP UII Jogjakarta dan BPKL menggunakan metode spektrofotometer serapan nesler menurut SNI M – 48 – 1990 – 03 untuk Amonium dan turbidimetri menurut SNI 06-6989.20-2004 untuk Sulfat.

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL
PERPUSTAKAAN
YOGYAKARTA

3.11 Analisa Data

Data hasil percobaan akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Untuk mengetahui efisiensi penurunan kadar Amonium dan Sulfat pada limbah cair Laboratorium Kualitas Air dalam penelitian ini digunakan formula sebagai berikut :

$$E = \frac{Kadar\ Awal - KadarAkhir}{KadarAwal} \times 100\%$$

3.11.1 Analisa Data Dengan Menggunakan T-Test

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

Adapun rumus uji t dua variabel sebagai berikut :

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

r = nilai korelasi X_1

n = jumlah sampel

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

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

s_1 = standar deviasi sampel ke-1

s_2 = standar deviasi sampel ke-2

S_1 = varians sampel ke-1

S_2 = varian sampel ke-2

Langkah-langkah menjawab :

Langkah 1. Membuat Ha dan Ho dalam bentuk kalimat

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

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

Langkah 2. Membuat Ha dan Ho model statistik

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

Ho : $\mu 1 = \mu 2$

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

Langkah 4. Mencari t hitung

Langkah 5. Menentukan kaidah pengujian

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

jika : -t tabel $\leq$ t hitung $\geq$ + t tabel, maka Ho diterima dan Ha ditolak

Langkah 6. Membandingkan t tabel dan t hitung

Langkah 7. Kesimpulan

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Prinsip dasar dari membran keramik adalah mengalirkan air limbah ke dalam membran keramik keramik melalui pipa dengan menggunakan bantuan pompa dengan Q_{maks} = 900 L/ jam, Ac = 220 - 240 Volt/ Hz, dan W = 15 watt. Dimana akan terjadi proses filtrasi dan adsorbsi didalamnya yang pada akhirnya akan menghasilkan effluent melalui pori-pori pada dinding keramik, ukuran pori juga turut berperan sehingga dapat menurunkan konsentrasi *Amonium dan Sulfat* pada limbah domestik.

Berdasarkan penelitian sebelumnya *(Akbar.M, 2006)*, membran keramik dengan konsentrasi serbuk gergaji 5 % tidak mampu mengolah air buangan, hal ini disebabkan karena porositas pada membran keramik sangat kecil sehingga air buangan tidak mampu melewati pori-pori pada membran keramik, sehingga pada penelitian ini konsentrasi serbuk gergaji yang digunakan adalah 7,5 % dan 10 %. Untuk mengetahui tingkat kejenuhan membran keramik digunakan variasi waktu 60, 120, 180, 240 dan 330 menit. hal ini dikarenakan waktu-waktu tersebut dianggap mampu untuk mewakili waktu pengolahan air limbah. Kapasitas membran keramik yang digunakan pada skala laboratorium yaitu 795 cm^3. Dengan kapasitas tersebut pada membran keramik variasi serbuk gergaji 7,5% dan 10 % dapat menghasilkan air limbah 520 ml dan 1280 ml per 60 menit.

4.1 Data Hasil Uji Laboratorium

Untuk mengetahui diameter porositas membran keramik di lakukan uji porositas di laboratorium BATAN, sehingga diketahui:

Tabel 4.1. Porositas Membran Keramik Berdasarkan Variasi Serbuk Gergaji

Membran Keramik (%)	Porositas (Mikron)
7,5	$34{,}4026 \times 10^{-4}$
10	$33{,}8918 \times 10^{-4}$

Sumber : Data Primer, 2006

4.2 Amonium

Adapun data hasil uji Amonium dari air limbah laboratorium kualitas air berdasarkan variasi membran keramik yang digunakan yaitu :

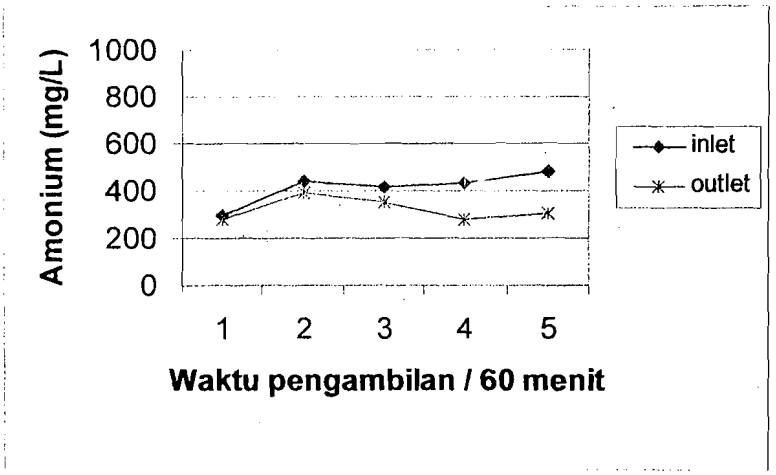
1. **Membran keramik 7,5 %**

   Adapun data hasil uji laboratorium konsentrasi Amonium menggunakan membran keramik dengan konsentrasi serbuk gergaji sebanyak 7,5 % dari berat tanah, dapat dilihat pada Tabel 4.2, Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 dibawah ini :

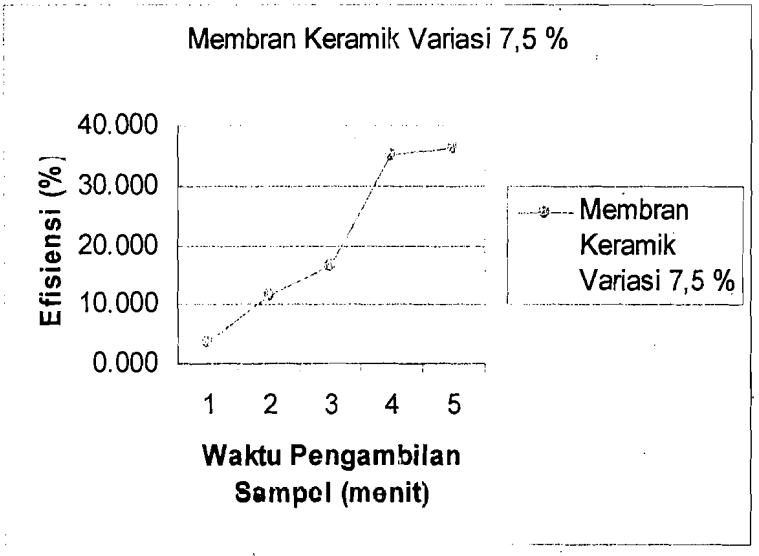
Tabel 4.2 . Penurunan Amonium dengan membran keramik 7,5 %

No	Menit ke	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	removal %
1	60	293.1	281.9	3.796
2	120	440.8	390.3	11.461
3	180	419.6	350.9	16.368
4	240	429.0	279.0	34.957
5	300	481.1	307.0	36.198

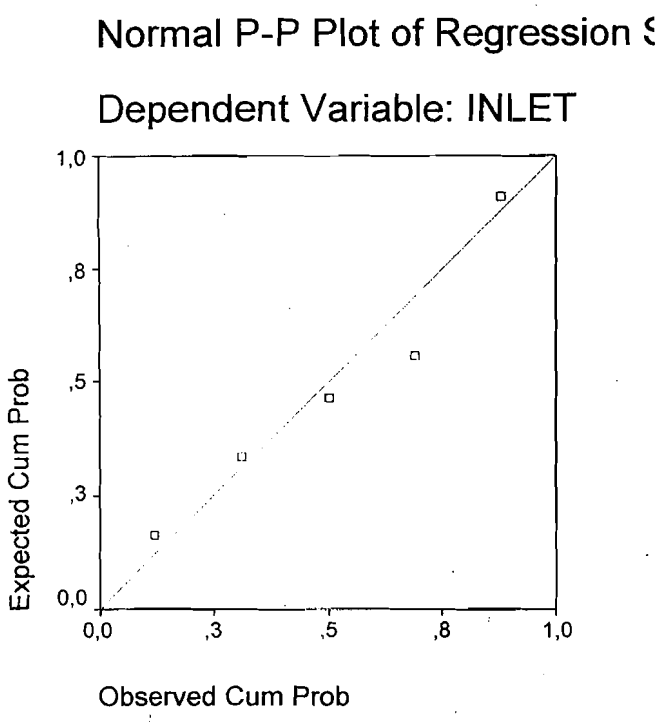
Sumber : Data Primer, 2006



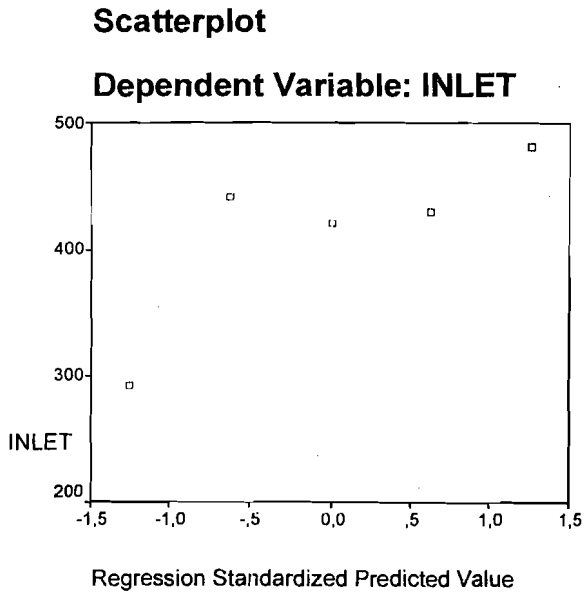
Gambar 4.1. Penurunan Amonium dengan membran keramik 7,5 %



Gambar 4.2. Efisiensi Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 7,5 % Dalam Penurunan Amonium



Gambar 4.3 Regresi Linier Inlet pada Membran Keramik 7,5 %



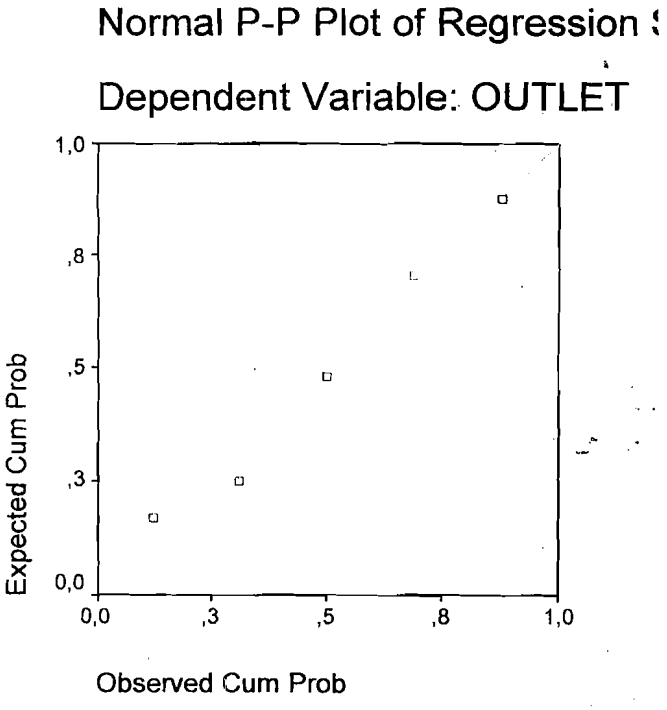
Gambar 4.4 Dependent Variable Inlet pada Membran Keramik 7,5 %

Tabel 4.3 Data Koefisien Pada Inlet 7,5 %

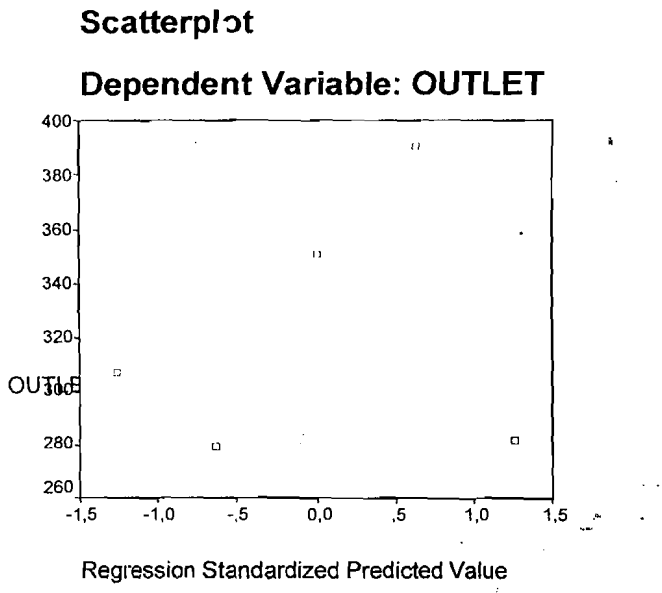
Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	303,460	50,012		6,068	,009
	WAKTU	36,420	15,079	,813	2,415	,095

a. Dependent Variable: INLET



Gambar 4.5 Regresi LinierOutlet pada Membran Keramik 7,5 %



Gambar 4.6 Dependent Variable Outlet pada Membran Keramik 7,5 %

Tabel 4.4 Data Koefisien Pada Outlet 7,5 %

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	340,150	56,832		5,985	,009
	WAKTU	-6,110	17,135	-,202	-,357	,745

a. Dependent Variable: OUTLET

Adapun hasil pengujian konsentrasi Amonium dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan Gambar 4.2, efisiensi dari penggunaan membran keramik 7,5 % dalam menurunkan konsentrasi Amonium berturut-turut per 1 jam dalam waktu 5 jam yaitu 3,796 %, 11,461 %, 16,368 %, 34,957 % dan 36,198 %. Dari hasil yang didapatkan untuk penurunan konsentrasi Amonium dapat dikatakan bahwa efisiensinya mengalami kenaikan dimana efisiensi yang terbesar terjadi pada

waktu jam ke 5 yaitu sebesar 36,198 %. Pada uji regrenasi linier pada inlet dan outletnya berdasarkan Gambar 4.3 dan Gambar 4.5 hasilnya menunjukkan adanya kecenderungan untuk naik, dan didapatkan nilai persamaan pada inlet dan ouletnya sebagai berikut :

- Y = 303,460 + 36,420 X
- Y = 340,150 – 6,110 X

Persamaan ini didapat dari nilai B pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4, sedangkan nilai X adalah variasi waktu untuk mendapatkan nilai dari titik jenuh pada membran keramik.

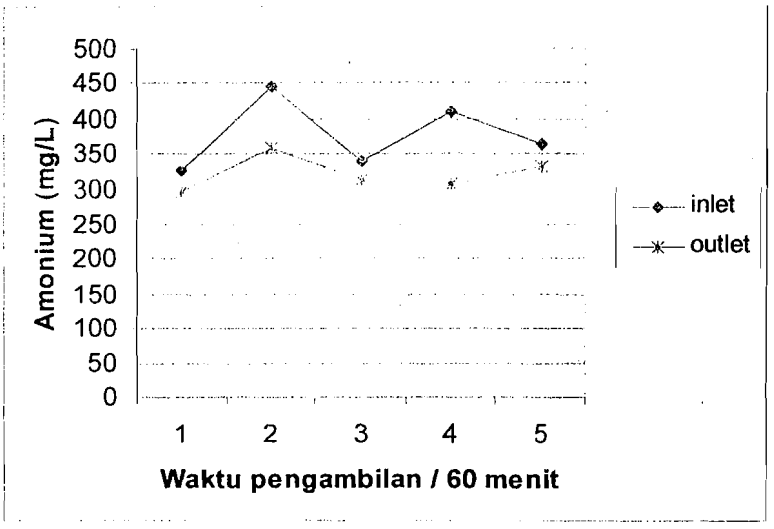
2. Membran keramik 10 %

Adapun data hasil uji laboratorium konsentrasi Amonium menggunakan membran keramik dengan konsentrasi serbuk gergaji sebanyak 10 % dari berat tanah, dapat dilihat pada Tabel 4.3, Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 dibawah ini :

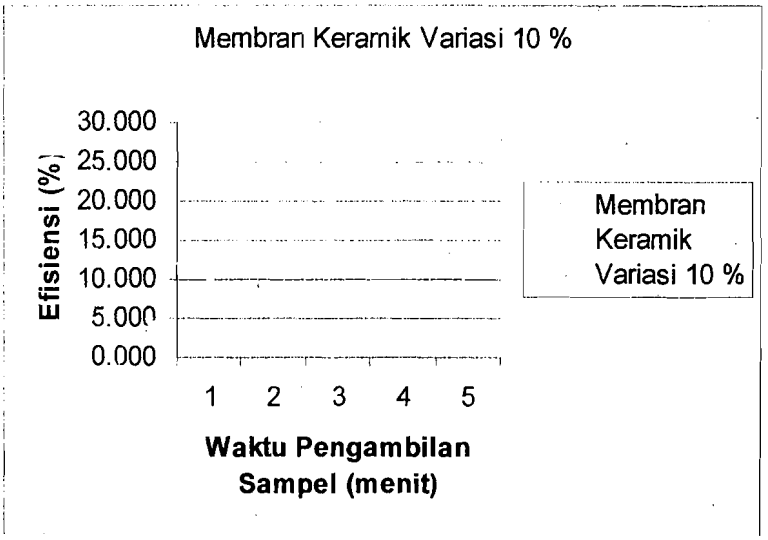
Tabel 4.5 . Penurunan Amonium dengan membran keramik 10 %

No	Menit ke	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	removal %
1	60	327.2	296.3	9.444
2	120	444.8	357.5	19.628
3	180	339.8	311.5	8.322
4	240	409.8	308.1	24.806
5	300	364.2	331.6	8.964

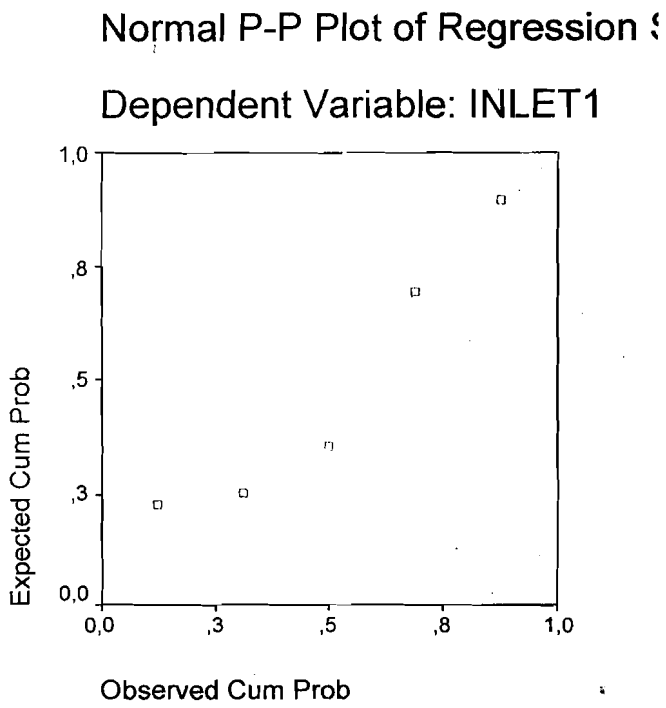
Sumber : Data Primer, 2006



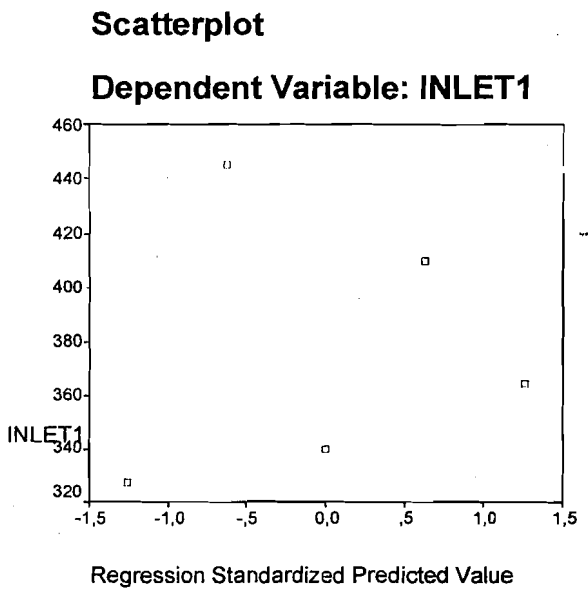
Gambar 4.7. Penurunan Amonium dengan membran keramik 10 %



Gambar 4.8. Efisiensi Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 10 % Dalam Penurunan Amonium



Gambar 4.9 Regresi Linier Inlet pada Membran Keramik 10 %



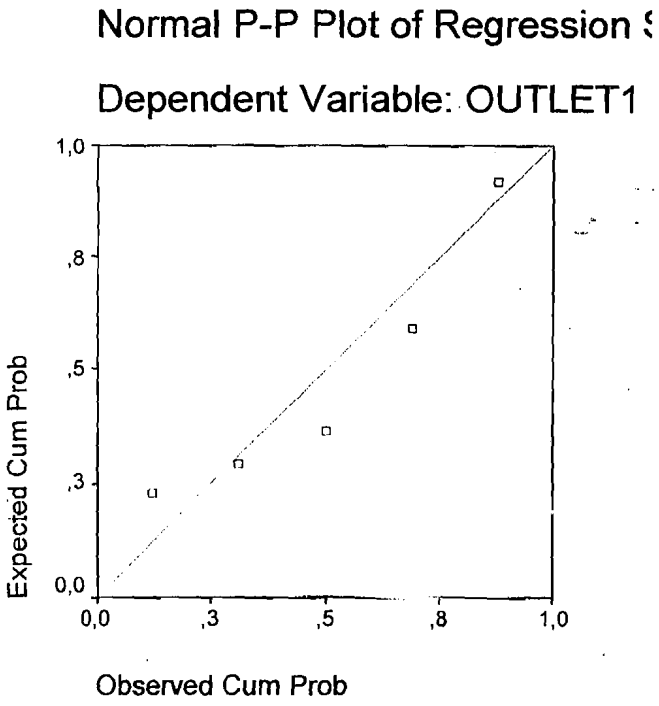
Gambar 4.10 Dependent Variable Inlet pada Membran Keramik 10 %

Tabel 4.6 Data Koefisien Pada Inlet 10 %

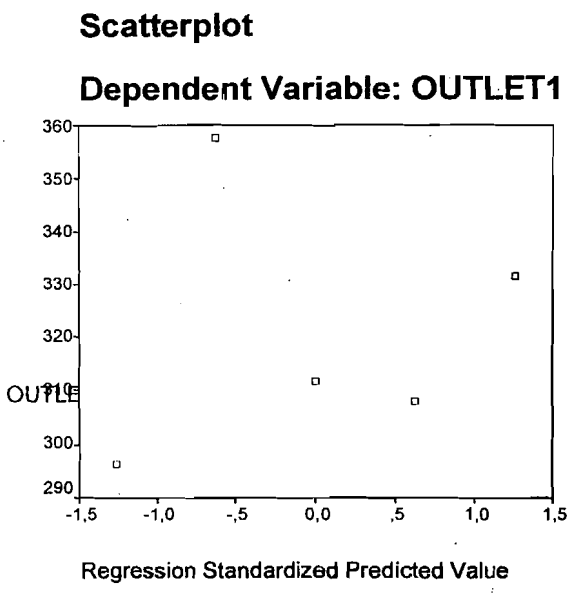
Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	365,460	59,169		6,177	,009
	WAKTU	3,900	17,840	,125	,219	,841

a. Dependent Variable: INLET1



Gambar 4.11 Regresi Linier Outlet pada Membran Keramik 10 %



Gambar 4.12 Dependent Variable Outlet pada Membran Keramik 10 %

Tabel 4.7 Data Koefisien Pada Outlet 10 %

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	314,640	28,827		10,915	,002
	WAKTU	2,120	8,692	,139	,244	,823

a. Dependent Variable: OUTLET1

Sedangkan untuk hasil pengujian untuk komposisi serbuk gergaji 10 % dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan Gambar 4.8, efisiensi dari penggunaan membran keramik 10 % dalam menurunkan konsentrasi Amonium berturut-turut per 1 jam yaitu dalm waktu 5 jam yaitu 9,444 %, 19,628 %, 8,322 %, 24,806 % dan 8,964 %. Dari hasil yang didapatkan untuk penurunan konsentrasi Amonium dapat dikatakan bahwa efisiensinya mengalami

penurunan pada jam ke-3 dan kembali naik di jam berikutnya dimana efisiensi yang terbesar terjadi pada waktu jam ke-4 yaitu sebesar 24,806 %. Pada uji regrenasi linier pada inlet dan outletnya berdasarkan Gambar 4.9 dan Gambar 4.11 hasilnya menunjukkan adanya kecenderungan untuk naik, dan didapatkan nilai persamaan pada inlet dan ouletnya sebagai berikut :

- Y = 365,460 + 3,900 X
- Y = 314,640 + 2,120 X

Persamaan ini didapat dari nilai B pada Tabel 4.6 dan Tabel 4.7, sedangkan nilai X adalah variasi waktu untu mendapatkan nilai dari titik jenuh yang ingin diketahui pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 10 %.

4.2.1 Analisa Data dengan Menggunakan T-Test

4.2.1.1 T-Test Untuk Analisa Amonium Pada Komposisi Media 7,5 %

Dari hasil perhitungan menggunakan excel, diperoleh hasil sebagai berikut:

Rata-rata : $\bar{x}_1$ = 412,71

$\bar{x}_2$ = 321,81

Standar deviasi : s_1 = 70,85901848

s_2 = 47,91511244

Varians : S_1 = 5021,0005

S_2 = 2295,858

Korelasi : r_1 = 0931522751

t_{hitung} = 2,407356493

Dengan $\alpha = 0.05$, dk = n1 + n2 – 2 = 5 + 5 - 2 = 8

Sehingga diperoleh t tabel = 1,860

Dengan membandingkan t tabel dengan t hitung, ternyata -t tabel ≤ t hitung ≥ + t tabel, atau -1,860 < 2,407356493 > 1,860, maka Ho ditolak dan Ha diterima.

Sehingga dapat disimpulkan, bahwa terjadi perbedaan konsentrasi Amonium yang signifikan antara inlet dan outlet pada limbah laboratorium, ini berdasarkan bahwa nilai t hitung lebih besar daripada nilai t tabel (2,407356493 >1,860).

4.2.1.2 T-Test untuk Analisa Amonium pada Komposisi Serbuk Gergaji 10 %

Dari hasil perhitungan menggunakan excel, diperoleh hasil sebagai berikut:

Rata-rata	:	$\bar{x}_1$	= 377,16
		$\bar{x}_2$	= 321
Standar deviasi	:	s_1	= 49,24497944
		s_2	= 24,03830277
Varians	:	S_1	= 2425,068
		S_2	= 577,84
Korelasi	:	r_1	= 0,981659057

t_{hitung} = 2,356227012

Dengan $\alpha = 0.05$, dk = n1 + n2 – 2 = 5+ 5 - 2 = 8

Sehingga diperoleh t tabel = 1,860

Dengan membandingkan t tabel dengan t hitung, ternyata -t tabel ≤ t hitung ≥ + t tabel, atau -1,860 < 2,356227012 > 1,860, maka Ho ditolak dan Ha diterima.

Sehingga dapat disimpulkan, terjadi perbedaan yang cukup signifikan pada konsentrsi Amonium di antara inlet dan outlet pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 10 %, ini berdasarkan bahwa nilai t hitung lebih besar bila dibandingkan dengan nilai t tabel (2,356227012 >1,860).

Hasil uji t-test yang terdapat diatas tadi akan dibandingkan dengan uji t-test dengan SPSS

Tabel 4.8 Uji Korelasi

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	INLET & OUTLET	5	,382	,526
Pair 2	VAR00004 & VAR00005	5	,739	,154

Pada Tabel 4.8 diapatkan hasil bahwa pada pada komposisi serbuk gergaji 7,5 % didapatkan korelasi 0,382 dan pada 10 % didapatkan korelasi 0,739, data – data tersebut menunjukkan pada membran keramik 10 % terdapat hubungan antara inlet dan outlet yang bagus karena nilai korelasinya mendekati 1, sedangkan untuk membran keramik 7,5 % walaupun nilai untuk korelasinya masih berada dalam range antara 0 dan 1, tetapi nilainya lebih kecil dibandingkan dengan yang 10 %.

Tabel 4.9 Uji Detail

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	INLET - OUTLET	90,9000	68,72434	30,73446	5,5675	176,2325	2,958	4	,042
Pair 2	VAR00004 - VAR000	56,1600	35,40096	15,83179	12,2039	100,1161	3,547	4	,024

Pada Tabel 4.9 dilakukan uji detail dengan keakuratan 95 %, dimana bila nilai signifikasi kurang dari 0,05 Ho ditolak atau berdasarkan hasil perhitungan didapat pada 7,5 % nilainya 0,042 dan pada 10 % di dapat 0,024 dari kedua nilai signifikasi tersebut kurang dari 0,05, hal ini berarti bahwa untuk kedua variabel yang dibandingkan terdapat perbedaan.

Tabel 4.10 Uji Tukey

Multiple Comparisons

Dependent Variable: SELISIH
Tukey HSD

(I) WAKTU	(J) WAKTU	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1,00	2,00	-47,9000	50,72828	,869	-251,3967	155,5967
	3,00	-27,5000	50,72828	,978	-230,9967	175,9967
	4,00	-104,8500	50,72828	,355	-308,3467	98,6467
	5,00	-82,4500	50,72828	,541	-285,9467	121,0467
2,00	1,00	47,9000	50,72828	,869	-155,5967	251,3967
	3,00	20,4000	50,72828	,993	-183,0967	223,8967
	4,00	-56,9500	50,72828	,791	-260,4467	146,5467
	5,00	-34,5500	50,72828	,952	-238,0467	168,9467
3,00	1,00	27,5000	50,72828	,978	-175,9967	230,9967
	2,00	-20,4000	50,72828	,993	-223,8967	183,0967
	4,00	-77,3500	50,72828	,590	-280,8467	126,1467
	5,00	-54,9500	50,72828	,809	-258,4467	148,5467
4,00	1,00	104,8500	50,72828	,355	-98,6467	308,3467
	2,00	56,9500	50,72828	,791	-146,5467	260,4467
	3,00	77,3500	50,72828	,590	-126,1467	280,8467
	5,00	22,4000	50,72828	,990	-181,0967	225,8967
5,00	1,00	82,4500	50,72828	,541	-121,0467	285,9467
	2,00	34,5500	50,72828	,952	-168,9467	238,0467
	3,00	54,9500	50,72828	,809	-148,5467	258,4467
	4,00	-22,4000	50,72828	,990	-225,8967	181,0967

Pada Tabel 4.10 dilakukan perhitungan dengan uji Tukey atau uji perbandingan ganda untuk mengetahui pada komposisi dan pada waktu keberapa

yang paling optimum untuk menurunkan konsentrasi Amonium pada limbah cair laboratorium. Perhitungan secara umum dilakukan dengan menyatukan data pada membran keramik 7,5 % dengan membran keramik 10 %. Dari Tabel 4.10 diperoleh kesimpulan bahwa, jam ke-1 < jam ke-3 < jam ke-2 < jam ke-5 < jam ke-4, sehingga didapat waktu yang paling optimum untuk menurunkan konsentrasi Amonium pada jam ke-4 pada komposisi sebuk gergaji 7,5 % dan 10 %.

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.8 dan Tabel 4.9 bahwa bila dibandingkan dengan uji t-test pada progran excel menunjukkan kesimpulan yang sama.

4.2.2 Penurunan Konsentrasi Amonium

Penelitian yang dilakukan berasal dari limbah Laboratorium Kualitas Air Jurusan Terknik Lingkungan UII, Jogjakarta, dengan menggunakan *membran keramik* sebagai media pengolahan air limbah yang terdiri dari 2 variasi membran keramik yaitu 7,5 % dan 10 % konsentrasi serbuk gergaji.

Amonium adalah suatu zat kimia yang tidak menunjukkan adanya warna, bersifat basa karena dapat membiarkan lakmus merah. Amonium apabila dilarutkan dalam air akan membentuk Amonium hidroksida pada derajat asam ± 7, merupakan gas yang mudah menguap, berbau busuk (menyengat) dan tidak berwarna, mudah dicairkan dan sangat mudah larut dalam air, kira-kira 700 liter gas ini melarut dalam 1 liter zat pada tekanan kamar. Kelarutan dalam air menghasilkan alkali lemah, titik leleh 77,8°C dan titik didih 33.4°C. Amonium dalam keadaan basa

apabila ditambah reagen Nessler (suatu larutan K_2HgI_4 yang alkalis) akan terbentuk warna coklat + kuning, kalau terdapat banyak amonium akan terjadi endapan coklat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 % dan 10 % di inlet menurut Gambar 4.1 dan 4.7 terjadi kenaikan dan penurunan konsentrasi Amonium. Pada inlet membran keramik komposisi serbuk gergaji 7,5 % terjadi kenaikan yang cukup signifikan dari jam ke-1 sampai pada jam ke-2 kemudian terjadi penurunan pada jam ke-3 dan terjadi kenaikan lagi pada jam ke-4 dan ke-5 yaitu 293,1 mg/L, 440,8 mg/L, 419,6 mg/L, 429,0 mg/L, dan 481,1 mg/L, sedangkan pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 10 % kenaikan pada jam ke-2 dan penurunan pada jam ke-3 kemudian terjadi kenaikan pada jam ke-4 dan penurunan kembali pada jam ke-5 pada outletnya yaitu 327,2 mg/L, 444,8 mg/L, 339,8 mg/L, 409,8 mg/L, dan 364,2 mg/L, hal ini terjadi karena sifat dari Amonium yang mudah menguap, mudah dicairkan dan sangat mudah larut dalam air, kira-kira 700 liter gas ini melarut dalam 1 liter zat pada tekanan kamar (keenan. 1992) juga dapat disebabkan oleh karena limbah laboratorium bersifat homogen yang terdiri dari berbagai macam bahan sehingga Amonium dapat berinteraksi dengan bahan lain membentuk suatu reaksi kimia yang dapat menghasilkan senyawa Amonium baru sehingga konsentrasi Amonium pada limbah laboratorium menjadi meningkat.

Outlet yang dihasilkan oleh membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 % dan 10 % menunjukkan terjadinya penurunan dan kenaikan konsentrasi Amonium, pada komposisi 7,5 % terjadi penurunan konsentrasi Amonium dari 481,1 mg/L menjadi 307,0 mg/L. Sedangkan pada komposisi 10 % konsentrasi Amonium

turun dari 409,8 mg/L menjadi 331,6 mg/L. Hal ini dapat terjadi karena membran memiliki kemampuan untuk menyaring (filtrasi) dan menyerap (adsorbsi) terhadap Amonium dan bahan organik yang terdapat pada air buangan. Membran keramik yang digunakan adalah dengan suhu bakar rendah yaitu antara 900°C sampai 1050°C, dimana keramik bakaran rendah pada umumnya berpori selain itu digunakan campuran serbuk gergaji dengan ukuran lolos dari saringan 50 mesh, sehingga penyaringan dilakukan dengan perembesan air melalui pori-pori yang terbentuk. Sedangkan fungsi membran keramik sebagai penyerap (adsorbsi) dapat terjadi karena pada membran keramik terdapat mineral lempung yang dapat dengan mudah menyerap beberapa molekul organik yang terdapat di dalam air buangan. Pada beberapa kejadian, terutama untuk molekul organik tak berkutub, kekuatan interaksi antara mineral lempung dengan bahan organik relatif lemah, hanya dengan penyerapan secara fisik. Ikatan antara mineral lempung dan bahan organik yang terjadi pada membran keramik antara lain melalui :

1. Ikatan hidrogen

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

2. Kekuatan ion dwi-kutub

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

3. Pertukaran ion

Pertukaran ion adalah pertukaran elektrik pada partikel-partikel dengan mineral lempung akan menarik kation dan anion melalui cara penukaran atau menetralisir, artinya dengan mudah digantikan oleh anion dan kation lain saat kontak dengan ion pada larutan yang encer *(Van Olphen, dalam Akbar. M, 2006)*.

Amonium mempunyai muatan ion positif, sehingga terjadi gaya tarik – menarik dengan bahan dasar keramik yaitu mineral lempung, senyawa aluminium silikat yang terdiri dari satu atau dua unit dasar yaitu tetrahedral dan aluminium oktahendra yang bermuatan negatif. Lapisan lempung yang bermuatan negatif menyebabkan penarikan kation dan penolakan anion, sehingga dapat terserap pada dinding keramik, namun ikatan yang terjadi antara Amonium dan mineral lempung tidak dapat berlangsung dalam waktu yang lama hal ini dikarenakan sifat dari amonium antara lain mudah terikat dengan senyawa apapun, mudah menguap dan merupakan elektrolit kuat. Selain itu interaksi persaingan antara adsorbate yang berbeda – beda (COD, warna, logam berat, campuran organik, dll) akan mengurangi kapasitas penyarapan dari adsorben. Ukuran molekulnya juga berbeda – beda. Pada situasi ini akan memperburuk penyaringan molekul karena molekul yang lebih besar akan menutup pori sehingga mencegah jalannya masuknya molekul yang lebih kecil. Karena proses yang terjadi pada membran keramik hanyalah proses filtrasi dan proses adsorbsi tidak berjalan dengan baik maka konsentrasi Amonium tetap tinggi dan persen removalnya rendah. Selain itu kenaikan konsentrasi Amonium di inlet juga berpengaruh terhadap peningkatan Amonium di outlet.

Hasil keluaran outlet yang belum teremoval semuanya, apabila dibuang ke badan air maupun lingkungan akan tetap berbahaya, hal ini dikarenakan air limbah setelah dilakukan pengolahan dengan membran keramik konsentrasi Amonium masih melebihi ambang batas yang diperbolehkan. Jika dibandingkan dengan baku mutu untuk badan air kelas I menurut Peraturan Pemerintah No. 82 Th. 2001, konsentrasi maximum Amonium yang diperbolehkan adalah 0,5 mg/L, sementara hasil keluaran oulet untuk konsentrasi serbuk gergaji 7,5 dan 10 % adalah 307,0 mg/L dan 308,1 mg/L.

4.3 Sulfat

Adapun data hasil uji Sulfat dari air limbah laboratorium kualitas air berdasarkan variasi membran keramik yang digunakan yaitu :

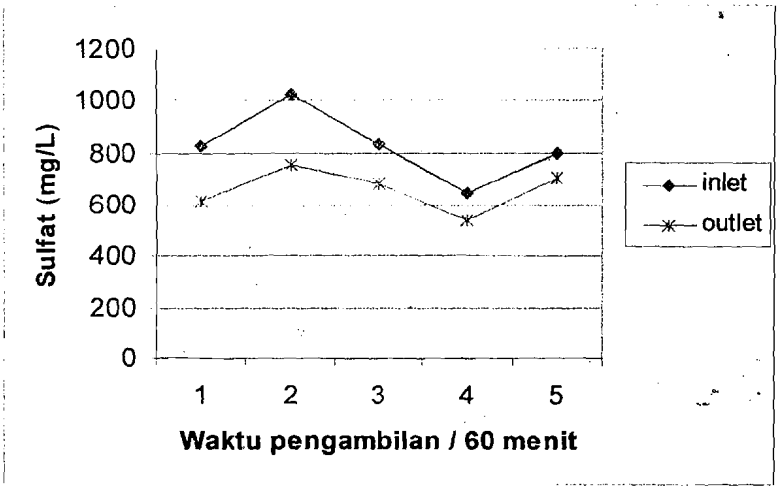
1. **Membran keramik 7,5 %**

   Adapun data hasil uji laboratorium konsentrasi Sulfat menggunakan membran keramik dengan konsentrasi serbuk gergaji sebanyak 7,5 % dari berat tanah, dapat dilihat pada tabel 4.11, Gambar 4.13 dan Gambar 4.14 dibawah ini :

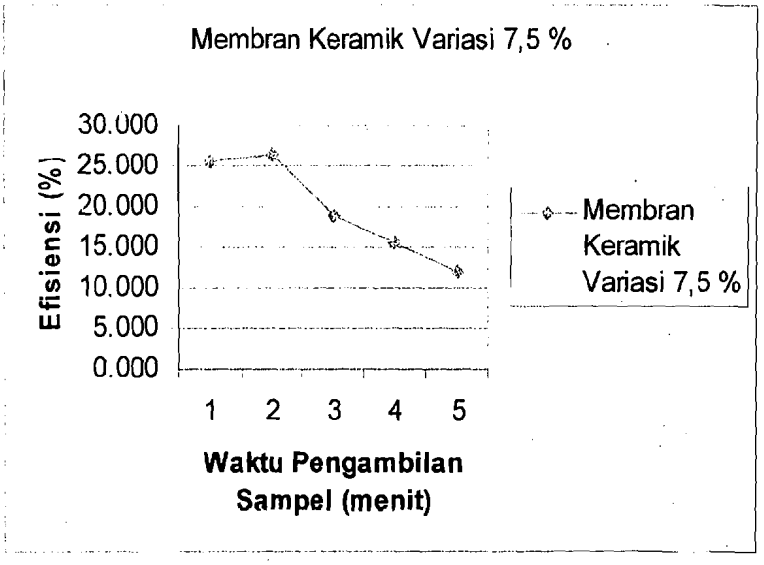
Tabel 4.11. Penurunan Sulfat dengan membran keramik 7,5 %

No	Menit ke	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	removal %
1	60	828	617	25.483
2	120	1025	754	26.439
3	180	837	678	18.996
4	240	645	545	15.504
5	300	795	699	12.075

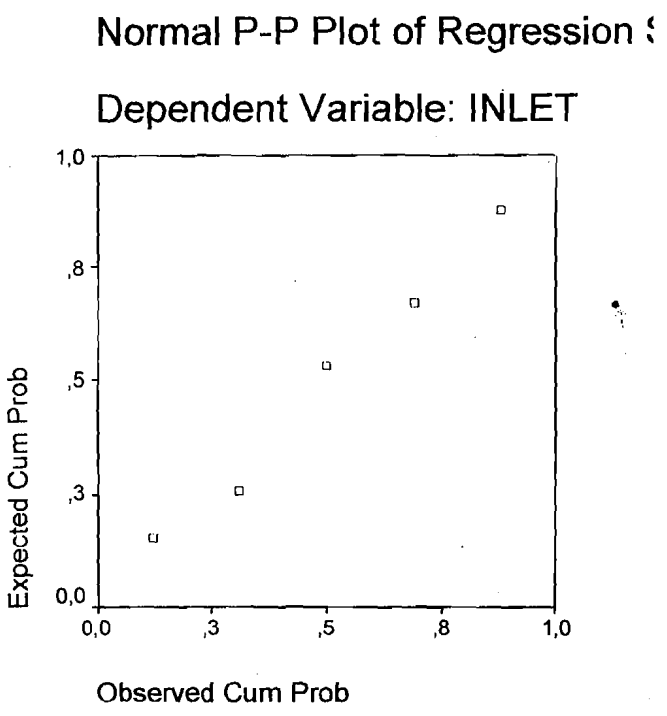
Sumber : Data Primer, 2006



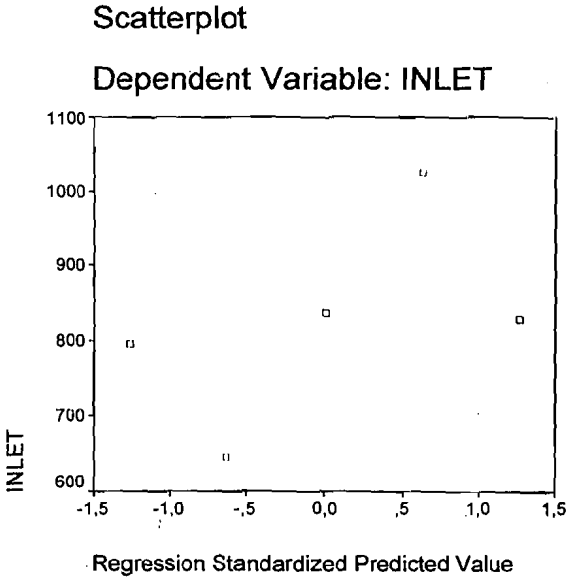
Gambar 4.13. Penurunan Sulfat dengan membran keramik 7,5 %



Gambar 4.14. Efisiensi Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 7,5 % Dalam Penurunan Sulfat



Gambar 4.15 Regresi Linier Inlet pada Membran Keramik 7,5 %



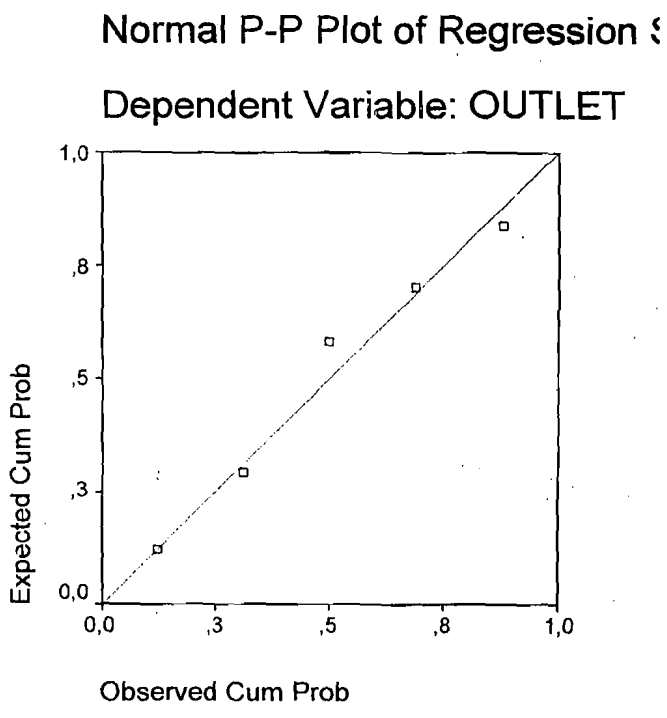
Gambar 4.16 Dependent Variable Inlet pada Membran Keramik 7,5 %

Tabel 4.12 Data Koefisien Pada Inlet 7,5 %

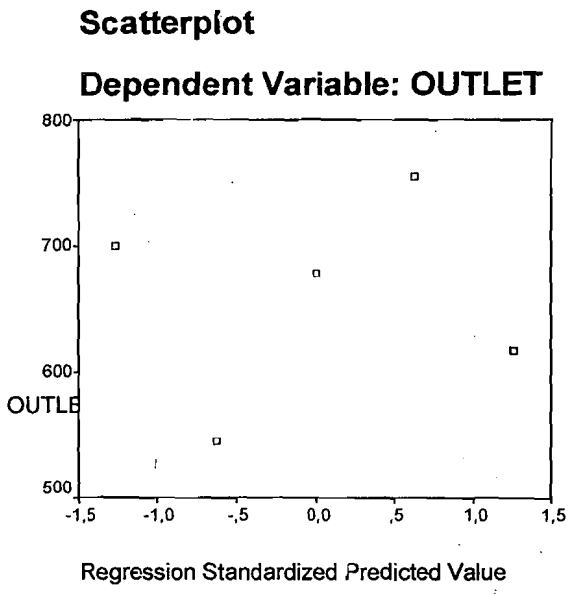
Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	959,800	140,133		6,849	,006
	WAKTU	-44,600	42,252	-,520	-1,056	,369

a. Dependent Variable: INLET



Gambar 4.17 Regresi LinierOutlet pada Membran Keramik 7,5 %



Gambar 4.18 Dependent Variable Outlet pada Membran Keramik 7,5 %

Tabel 4.13 Data Koefisien Pada Outlet 7,5 %

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	672,100	93,776		6,946	,006
	WAKTU	-4,500	29,179	-,089	-,154	,887

a. Dependent Variable: OUTLET

Adapun hasil pengujian konsentrasi Sulfat dapat dilihat. Pada Tabel 4.11 dan Gambar 4.14 efisiensi dari penggunaan membran keramik 7,5 % dalam menurunkan konsentrasi Sulfat berturut-turut per 1 jam dalam waktu 5 jam yaitu 25,483 %, 26,439 %, 18,996 %, 15,504 %, 12,075 %. Dari hasil yang didapatkan untuk penurunan konsentrasi Sulfat dapat dikatakan bahwa efisiensinya mengalami penurunan dimana efisiensi yang terbesar terjadi pada waktu jam ke 2 yaitu sebesar

26,439 %. Pada uji regrenasi linier pada inlet dan outletnya berdasarkan Gambar 4.15 dan Gambar 4.17 hasilnya menunjukkan adanya kecenderungan untuk naik, dan didapatkan nilai persamaan pada inlet dan ouletnya sebagai berikut :

- Y = 959,500 - 44,600 X
- Y = 672,100 - 4,500 X

Persamaan ini didapat dari nilai B pada Tabel 4.12 dan Tabel 4.13, sedangkan nilai X adalah variasi waktu untu mendapatkan nilai dari titik jenuh pada membran keramik.

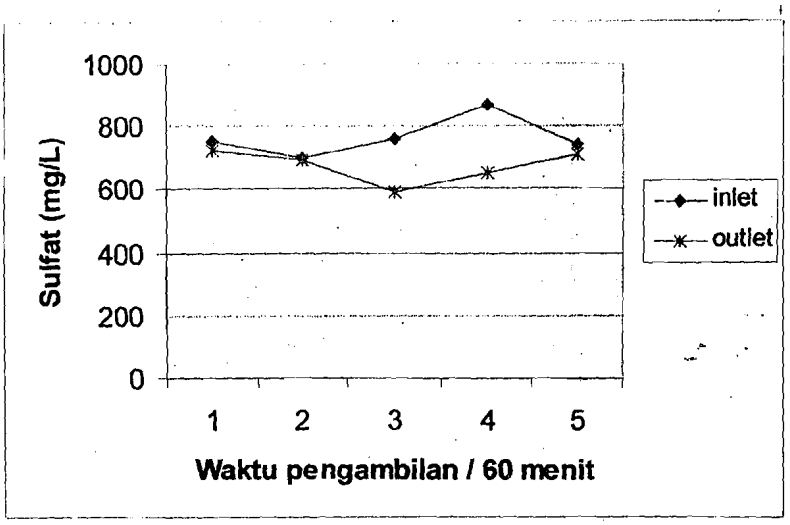
2. Membran keramik 10 %

Adapun data hasil uji laboratorium konsentrasi Sulfat menggunakan membran keramik dengan konsentrasi serbuk gergaji sebanyak 10 % dari berat tanah, dapat dilihat pada Tabel 4.14, Gambar 4.19 dan Gambar 4.20 dibawah ini :

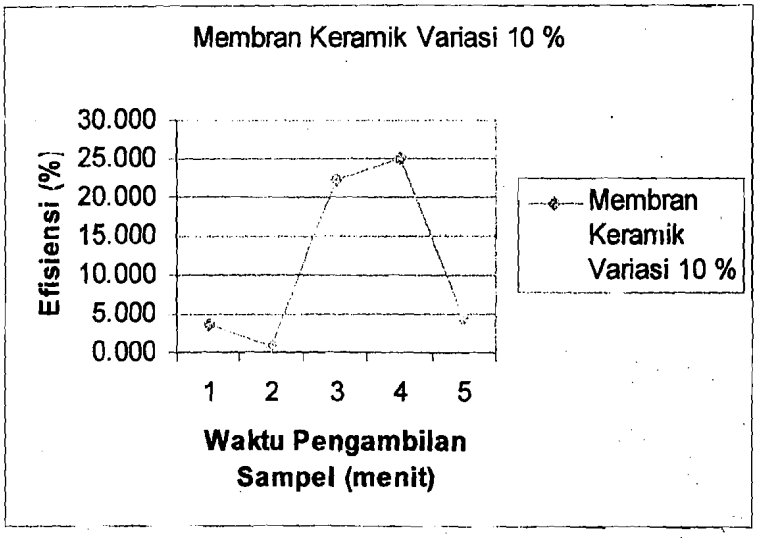
Tabel 4.14 . Penurunan Sulfat dengan membran keramik 10 %

No	Menit ke	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	removal %
1	60	751	723	3.728
2	120	696	691	0.718
3	180	762	592	22.310
4	240	865	648	25.087
5	300	743	709	4.576

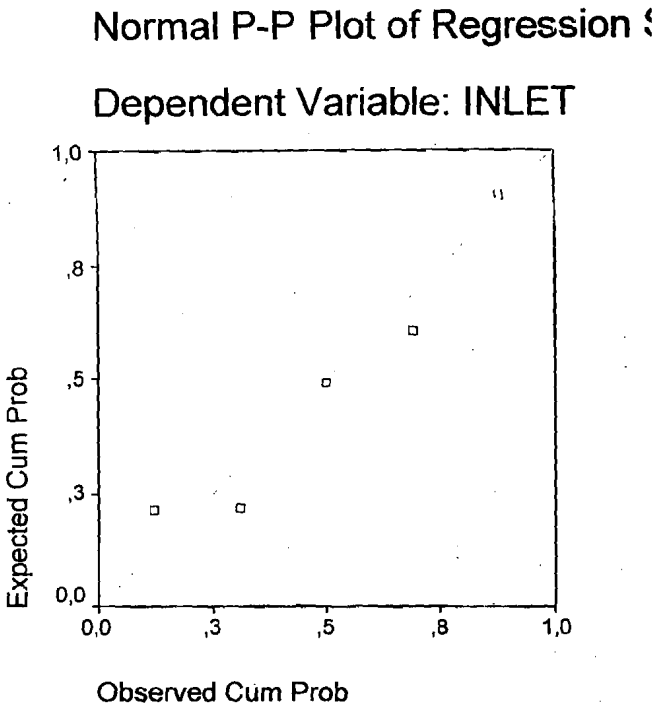
Sumber : Data Primer, 2006



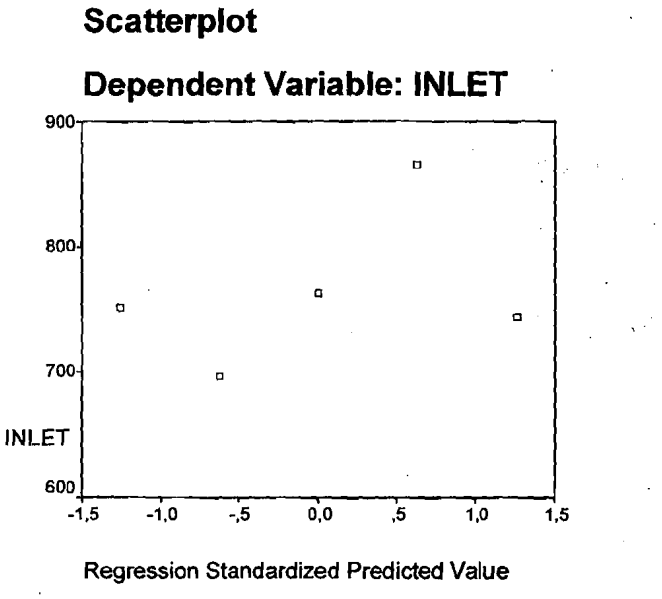
Gambar 4.19 Penurunan Sulfat dengan membran keramik 10 %



Gambar 4.20 Efisiensi Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 7,5 % Dalam Penurunan Amonium



Gambar 4.21 Regresi Linier Inlet pada Membran Keramik 10 %



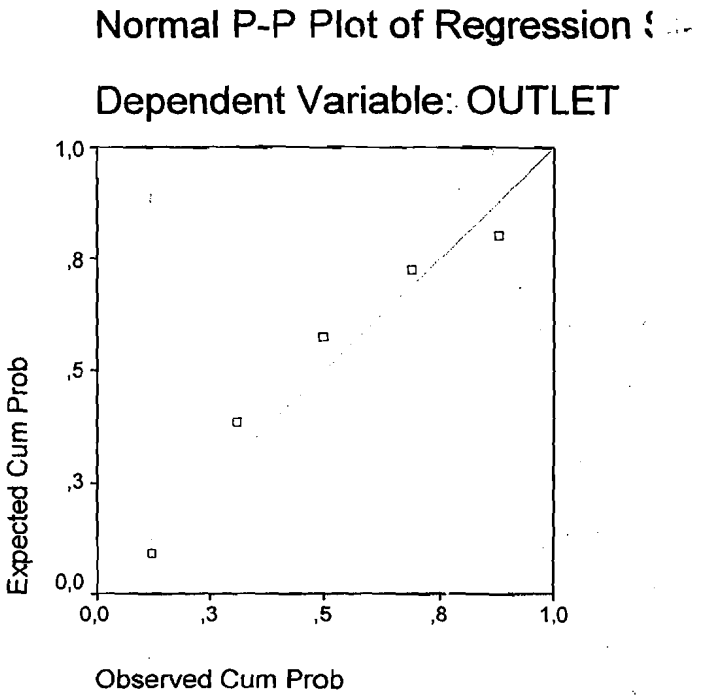
Gambar 4.22 Dependent Variable Inlet pada Membran Keramik 10 %

Tabel 4.15 Data Koefisien Pada Inlet 10 %

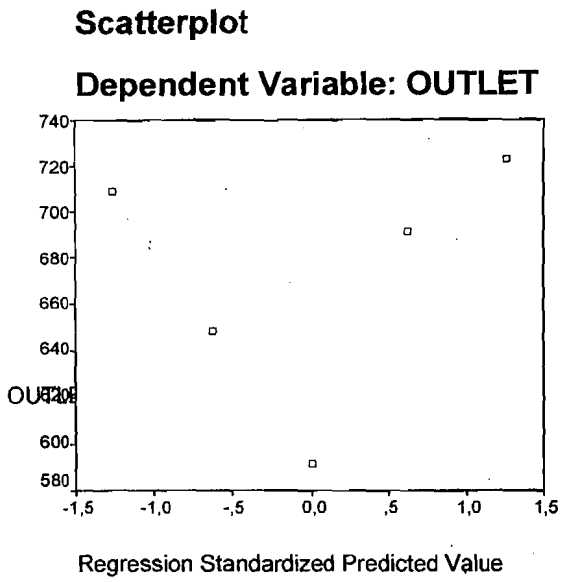
Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	717,500	69,296		10,354	,002
	WAKTU	15,300	20,894	,389	,732	,517

a. Dependent Variable: INLET



Gambar 4.23 Regresi Linier Outlet pada Membran Keramik 10 %



Gambar 4.24 Dependent Variable Outlet pada Membran Keramik 10 %

Tabel 4.16 Data Koefisien Pada Outlet 10 %

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	693,900	62,932		11,026	,002
	WAKTU	-7,100	18,975	-,211	-,374	,733

a. Dependent Variable: OUTLET

Sedangkan untuk hasil pengujian untuk komposisi serbuk gergaji 10 % dapat dilihat pada Tabel 4.14 dan Gambar 4.20, efisiensi dari penggunaan membran keramik 10 % dalm menurunkan konsentrasi Sulfat berturut-turut per 1 jam yaitu dalm waktu 5 jam yaitu 3,728 %, 0,718 %, 22,310 %, 25,087 %, 4,576 %. Dari hasil yang didapatkan untuk penurunan konsentrasi Sulfat dapat dikatakan bahwa efisiensinya mengalami penurunan pada jam ke-2 dan kembali naik di jam

berikutnya dimana efisiensi yang terbesar terjadi pada waktu jam ke 4 yaitu sebesar 25,087 %. Pada uji regrenasi linier pada inlet dan outletnya berdasarkan Gambar 4.21 dan Gambar 4.23 hasilnya menunjukkan adanya kecenderungan untuk naik, dan didapatkan nilai persamaan pada inlet dan ouletnya sebagai berikut :

- Y = 715,500 + 15,300 X
- Y = 693,900 – 7,100 X

Persamaan ini didapat dari nilai B pada Tabel 4.15 dan Tabel 4.16, sedangkan nilai X adalah variasi waktu untu mendapatkan nilai dari titik jenuh pada membran keramik.

4.3.1 Analisa Data Sulfat

4.3.1.1 T-Test untuk Analisa Sulfat pada Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 %

Dari hasil perhitungan menggunakan excel, diperoleh hasil sebagai berikut:

Rata-rata : $\bar{x}_1$ = 826

$\bar{x}_2$ = 658,6

Standar deviasi : s_1 = 135,5064574

s_2 = 80,22655421

Varians : S_1 = 18362

S_2 = 6436,3

Korelasi : r_1 = 0,986303651

t_{hitung} = 2,39737286

Dengan $\alpha = 0.05$, dk = n1 + n2 – 2 = 5 + 5 - 2 = 8

Sehingga diperoleh t tabel = 1,860

Dengan membandingkan t tabel dengan t hitung, ternyata -t tabel ≤ t hitung ≥ + t tabel, atau -1,860 < 2,39737286 > 1,860, maka Ho ditolak dan Ha diterima

Sehingga dapat disimpulkan, bahwa terjadi perbedaan konsentrasi Sulfat yang signifikan antara inlet dan outlet pada limbah laboratorium, ini berdasarkan bahwa *nilai t hitung lebih besar daripada nilai t tabel (2,39737286>1,860).*

4.3.1.2 T-Test untuk Analisa Sulfat pada Komposisi Serbuk Gergaji 10 %

Dari hasil perhitungan menggunakan excel, diperoleh hasil sebagai berikut:

Rata-rata : $\bar{x}_1$ = 763,4

$\bar{x}_2$ = 672,6

Standar deviasi : s_1 = 62,12326456

s_2 = 53,16295703

Varians : S_1 = 3859,3

S_2 = 2826,3

Korelasi : r_1 = 0,958716415

t_{hitung} = 2,510986312

Dengan $\alpha = 0.05$, dk = n1 + n2 – 2 = 5+ 5 - 2 = 8

Sehingga diperoleh t tabel = 1,860

Dengan membandingkan t tabel dengan t hitung, ternyata -t tabel ≤ t hitung ≥ + t tabel, atau -1,860 < 2,510986312 > 1,860, maka Ho ditolak dan Ha diterima.

Sehingga dapat disimpulkan, terjadi perbedaan yang cukup signifikan pada konsentrsi Sulfat di antara inlet dan outlet pada membran keramik dengan komposisi

serbuk gergaji 10 %, ini berdasarkan bahwa nilai t hitung lebih besar bila dibandingkan dengan nilai t tabel 2,510986312 >1,860).

Hasil uji t-test yang terdapat diatas tadi akan dibandingkan dengan uji t-test dengan SPSS

Tabel 4.17 Uji Korelasi

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	INLET & OUTLET	5	,884	,047
Pair 2	VAR00004 & VAR00005	5	-,378	,530

Pada Tabel 4.17 didapatkan hasil bahwa pada pada komposisi serbuk gergaji 10 % didapatkan korelasi 0,887 dan pada 10 % didapatkan korelasi -0,378, data – data tersebut menunjukkan pada membran keramik 7,5 % terdapat hubungan antara inlet dan outlet yang bagus karena nilai korelasinya mendekati 1, sedangkan untuk membran keramik 10 % walaupun nilai untuk korelasinya sudah tidak berada dalam range antara 0 dan 1, yaitu nilai negatif, ini menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antar inlet dan outletnya.

Tabel 4.18 Uji Detail

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	INLET - OUTLET	167,4000	74,74155	33,42544	74,5961	260,2039	5,008	4	,007
Pair 2	VAR00004 - VAR00005	90,8000	95,82641	42,85487	-28,1842	209,7842	2,119	4	,101

Pada Tabel 4.18 dilakukan uji detail dengan keakuratan 95 %, dimana bila nilai signifikasi kurang dari 0,05 Ho ditolak atau berdasarkan hasil perhitungan didapat

pada 7,5 % nilainya 0,007 dan pada 10 % dadapat 0,101 dari kedua nilai signifikasi tersebut yang kurang dari 0.05 adalah 7,5 %, hal ini berarti bahwa variabel yang dibandingkan terdapat perbedaan untuk 7,5 % sedangkan untuk 10 % tidak terdapat perbedaan..

Tabel 4.19 Uji Tukey

Multiple Comparisons

Dependent Variable: SELISIH1

Tukey HSD

(I) WAKTU	(J) WAKTU	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1,00	2,00	-18,5000	10,40788	1,000	-461,4017	424,4017
	3,00	-45,0000	10,40788	,992	-487,9017	397,9017
	4,00	-39,0000	10,40788	,996	-481,9017	403,9017
	5,00	54,5000	10,40788	,985	-388,4017	497,4017
2,00	1,00	18,5000	10,40788	1,000	-424,4017	461,4017
	3,00	-26,5000	10,40788	,999	-469,4017	416,4017
	4,00	-20,5000	10,40788	1,000	-463,4017	422,4017
	5,00	73,0000	10,40788	,957	-369,9017	515,9017
3,00	1,00	45,0000	10,40788	,992	-397,9017	487,9017
	2,00	26,5000	10,40788	,999	-416,4017	469,4017
	4,00	6,0000	10,40788	1,000	-436,9017	448,9017
	5,00	99,5000	10,40788	,885	-343,4017	542,4017
4,00	1,00	39,0000	10,40788	,996	-403,9017	481,9017
	2,00	20,5000	10,40788	1,000	-422,4017	463,4017
	3,00	-6,0000	10,40788	1,000	-448,9017	436,9017
	5,00	93,5000	10,40788	,905	-349,4017	536,4017
5,00	1,00	-54,5000	10,40788	,985	-497,4017	388,4017
	2,00	-73,0000	10,40788	,957	-515,9017	369,9017
	3,00	-99,5000	10,40788	,885	-542,4017	343,4017
	4,00	-93,5000	10,40788	,905	-536,4017	349,4017

Pada Tabel 4.19 dilakukan perhitungan dengan uji Tukey atau uji perbandingan ganda untuk mengetahui pada komposisi dan pada waktu keberapa yang paling optimum untuk menurunkan konsentrasi Sulfat pada limbah cair

laboratorium, perhitungan secara umum dilakukan dengan menyatukan data pada membran keramik 7,5 % dengan membran keramik 10 %. Dari Tabel 4.19 diperoleh kesimpulan bahwa, jam ke-5 < jam ke-1 < jam ke-2 < jam ke-4 < jam ke-3, sehingga didapat waktu yang paling optimum untuk menurunkan konsentrasi Sulfat pada jam ke-3 pada komposisi sebuk gergaji 7,5 % dan 10 %.

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.17 dan Tabel 4.18 bahwa bila dibandingkan dengan uji t-test pada progran excel menunjukkan kesimpulan yang sama.

4.3.2 Penurunan Konsentrasi Sulfat

Ion Sulfat adalah salah satu anion yang banyak terjadi pada air alam. Apabila dalam air terdapat kandungan sulfat (SO_4) tinggi maka akan menimbulkan masalah bau dan masalah korosi pada perpipaan yang diakibatkan dari reduksi sulfat menjadi hindrogen sulfide dalam kondisi anaerobik yang disebabkan oleh H_2SO_4.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 % dan 10 % di inlet menurut Gambar 4.13 dan 4.19 terjadi kenaikan dan penurunan konsentrasi Sulfat. Pada inlet membran keramik komposisi serbuk gergaji 7,5 % terjadi kenaikan yang cukup signifikan dari jam ke-1 sampai pada jam ke-2 kemudian terjadi penurunan dari jam ke-3 sampai ke-4 dan terjadi kenaikan lagi pada ke-5 yaitu 828 mg/L, 1025 mg/L, 837 mg/L, 645 mg/L, dan 795 mg/L, sedangkan pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 10 % terjadi penurunan dari jam ke-2 sampai ke-3 dan kenaikan kembali dari jam ke-4 sampai ke-5 yaitu 723 mg/L, 691 mg/L, 592 mg/L, 648 mg/L, dan 709 mg/L.

Penurunan konsentrasi Sulfat (SO_4) karena adanya proses penyaringan (filtrasi) pada limbah laboratorium dapat terjadi karena pada membran terjadi 3 proses yang mempengaruhi efektifitas kerja membran. Proses tersebut antara lain :

1. Osmosis terbalik

   Osmosis balik merupakan suatu proses yang terjadi karena adanya tekanan pompa sehingga membran mampu menahan ion dan melepaskan air yang terdapat di dalam membran.

2. Elektrodialisis

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

3. Ultrafiltrasi

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

Proses penyerapan (adsorbsi) terhadap bahan organik pada membran keramik dimana tanah lempung mempunyai sifat kimiawi yaitu interaksi dengan bahan organik, dimana molekul organik dapat diserap oleh lempung sehingga bahan-bahan organik yang terdapat pada air limbah disaring dan diserap oleh membran keramik. Proses filtrasi pada membran keramik berfungsi untuk menangkap bahan organik, bahan-bahan padat, bahan-bahan terlarut dan bahan-bahan tersuspensi yang terdapat pada air limbah.

Sulfat mempunyai muatan ion negatif, sehingga terjadi gaya tolak-menolak dengan bahan dasar keramik yaitu mineral lempung, senyawa aluminium silikat yang terdiri dari satu atau dua unit dasar yaitu tetrahedral dan aluminium oktahendra yang bermuatan negatif. Lapisan lempung yang bermuatan negatif menyebabkan penarikan kation dan penolakan anion, sehingga sulfat tidak dapat terserap pada dinding keramik apabila bereaksi dengan mineral lempung yang juga bermuatan negatif. Sama halnya dengan Amonium, Sulfat juga mempunyai sifat mudah terikat dengan senyawa apapun, mudah menguap dan merupakan elektrolit kuat. Selain itu interaksi persaingan antara adsorbate yang berbeda – beda (COD, warna, logam berat, campuran organik, dll) akan mengurangi kapasitas penyarapan dari adsorben. Ukuran molekulnya juga berbeda – beda. Pada situasi ini akan memperburuk penyaringan molekul karena molekul yang lebih besar akan menutup pori sehingga mencegah jalannya masuknya molekul yang lebih kecil. Sehingga proses adsorbsi tidak berjalan dengan baik sehingga konsentrasi Sulfat di inlet maupun outlet terjadi naik turun. Karena proses yang terjadi pada membran keramik hanyalah proses filtrasi dan proses adsorbsi tidak berjalan dengan baik maka konsentrasi Sulfat tetap tinggi dan persen removalnya rendah.

Hasil keluaran outlet yang belum teremoval semuanya, apabila dibuang ke badan air maupun lingkungan akan tetap berbahaya, hal ini dikarenakan air limbah setelah dilakukan pengolahan dengan membran keramik konsentrasi Sulfat masih melebihi ambang batas yang diperbolehkan. Jika dibandingkan dengan baku mutu untuk badan air kelas 1 menurut Peraturan Pemerintah No. 82 Th. 2001, konsentrasi maximum Amonium yang diperbolehkan adalah 400 mg/L, sementara

hasil keluaran oulet untuk konsentrasi serbuk gergaji 7,5 dan 10 % adalah 754 mg/L dan 648 mg/L.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

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

1. Reaktor Membran Keramik dengan komposisi serbuk gergaji sebanyak 7,5 % mampu menurunkan konsentrasi Amonium sebesar 36,198 % dari 481,100 mg/L menjadi 306,950 mg/L dan Sulfat sebesar 26,439 % dari 1025 mg/L menjadi 754 mg/L.
2. Reaktor Membran Keramik dengan komposisi serbuk gergaji sebanyak 10 % mampu menurunkan konsentrasi Amonium sebesar 24,806 dari 409,775 mg/L menjadi 308,125 mg/L dan Sulfat sebesar 25,087 % dari 865 mg/L menjadi 648 mg/L .
3. Untuk waktu yang efektif untuk menurunkan konsentrasi Amonim dan Sulfat pada komposisi 7,5 % dan 10 % dengan uji Tukey pada jam ke-4 dan pada jam ke-3.
4. Tidak di dapatkan titik jenuh pada komposisi 7,5 % dan 10 % dengan uji Regresi linier.
5. Membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji sebanyak 7,5 %, mampu menurunkan konsentrasi Amonium dan Sulfat dengan optimum pada waktu 120 menit untuk Amonium dan 330 menit untuk sulfat. Sedangkan membran

keramik dengan komposisi serbuk gergaji sebanyak 10 %, mampu menurunkan konsentrasi Amonium dan Sulfat dengan optimum pada waktu 240 menit.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian, analisis, pembahasan, dan kesimpulan, dapat diberikan saran sebagai berikut :

1. Bagi Pengelola Laboratorium Kualitas Air

   Bagi pengelola laboratorium diharapkan adanya penanganan lebih lanjut terhadap penempatan dan pembuangan limbah-limbah karena mengandung bahan yang berbahaya bagi lingkungan maupun manusia.

2. Bagi peneliti selanjutnya

   Bagi peneliti selanjutnya yang ingin mengembangkan penelitian sejenis guna memperkaya khasanah ilmu teknik lingkungan khususnya unit pengolahan membran keramik, maka diharapkan diperhatikan hal-hal lain seperti

   a. Pada proses sterilisasi sebaiknya disterilkan air bersih atau dengan aquades (di reaktor dan bak penampung) schingga kontaminan yang dapat menggaggu dapat di minimalisir.
   b. Pengukuran suhu dan pH pada *membran keramik* perlu dilakukan karena dapat mempengaruhi efisiensi penurunan air limbah laboratorium.
   c. Variasi Konsentrasi dan waktu bisa dilakukan lebih banyak lagi agar didapat kondisi yang lebih efektif.
   d. Perlu dibuat untuk debit yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

Alaerts. G, dan S.S Santika, 1984. ***Metode Penelitian Air***, Usaha Nasional, Surabaya, Indonesia

Algamar. K, 1993. ***Sistem Penyediaan Air Minum***, ITB, Bandung

Ali Akbar.M, 2006. ***Penurunan Kadar Biologi Oxygen Demand (BOD) dan Total Suspended Solid (TSS) Pada Limbah Cair Peternakan Sapi Dengan Menggunakan Teknologi Membran Keramik***, Skripsi Pada Program S1, FTSP, UII, Yogyakarta

Anonim, ***Pengembangan Produk Keramik Berpori Dengan Proses Ekstrusi Pada Skala Laboratorium***, Departemen Teknik Kimia, FTI, ITB, Bandung

Filter Kimia, Diambil dari website www.O-Fish.Com, Update 2002, Download 29 Juni 2006

Keenan, 1992. ***Kimia Untuk Universitas Jilid 2***, Erlangga, Jakarta

M. Purba. Soetopo H, 1994. ***Buku Pelajaran Ilmu Kimia Untuk SMU Kelas 1 Jilid 1B***, Erlangga, Jakarta

Nasution, D, A. 2006. ***Penurunan Konsentrasi Fe dan Mn Pada Air Tanah Dengan Menggunakan Teknologi Membran Keramik***, Skripsi Pada Program S1, FTSP, UII, Yogyakarta

Nutayla. N, 2006. ***Penurunan Konsentrasi Bakteri Escherichia Coli (E-Coli) dan Total Dissolved Solid (TDS) Pada Limbah Domestik Dengan Menggunakan Teknologi Membran Keramik***, Skripsi Pada Program S1, FTSP, UII, Yogyakarta

Petrucci. R.H, 1989. ***Kimia Dasar Prinsip dan Terapan Modern***, Erlangga, Jakarta

Rozalina. C, 2006. ***Penurunan Konsentrasi Bakteri Escherichia Coli (E-Coli) dan Chemical Oxygen Demand (COD) Pada Air Sungai Dengan Menggunakan Teknologi Membran Keramik***, Skripsi Pada Program S1, FTSP, UII, Yogyakarta

Sastrawijaya, A.T, 1991. ***Pencemaran Lingkungan***, Rineka Cipta, Jakarta.

Sugiharto, 1995. ***Dasar-dasar Pengelolaan Limbah***, Penerbit: Andi Offset, Yogyakarta

Sutrisno, dan Suciati, 1987. ***Teknologi Penyediaan Air Bersih***, Penerbit Rineka Cipta Karya, Jakarta

Sulphate, Diambil dari website www.Google.Com, Update 1994, Download 21 november 2006

Sutanto, G.H, 2000. ***Diktat Kuliah Teknik Lingkungan***, Jurusan Teknik Kimia, FTI, UII, Yogyakarta

Wardhana, 1995. ***Analisis Mengenai Dampak Pencemaran Lingkungan***, Andi Offset, Yogyakarta

Zaini Ujang, Prof. Dr, 2004. ***Kumpulan Materi "Workshop On Membrane Technology For Water And Wastewater Treatment"***, Institute Of Environmental & Water Resource Management Faculty Of Engineering Universiti Teknologi Malaysia.

LAMPIRAN A

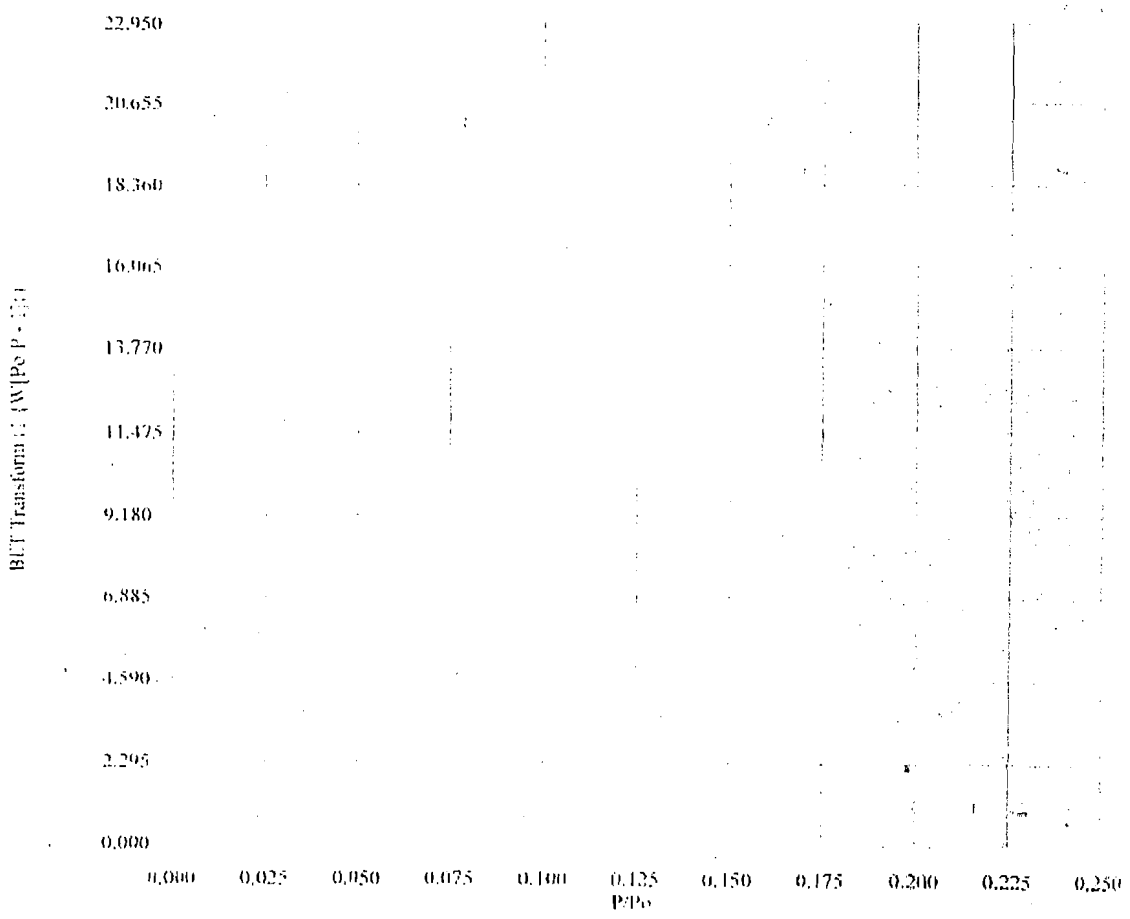


Hasil Analisa Porositas Dari BATAN

Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name 617a.dat

User ID		User Setup	5
Sample ID	617/P/KA A	Sample Cell Number	4
Sample Weight	0.5648 g	Sample Volume	0.5648 cc
Sample Density	1.0000 g/cc		
Po Type	User	Po	750.86 mm Hg
Adsorbate	N2	Bath Temperature	77.40 deg K
Adsorption Tolerance	0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	60 sec	Desorption Equil Time	0 sec
Adsorption Dwell Time	180 sec	Desorption Dwell Time	0 sec
Analysis Start Time	Wed Oct 11 11:11:08 2006	Analysis End Time	Wed Oct 11 12:37:34 2006

Multi BET (Adsorption)



Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name - 617a.dat

User ID		User Setup	5
Sample ID	617/P/KA A	Sample Cell Number	4
Sample Weight	0.5648 g	Sample Volume	0.5648 cc
Sample Density	1.0000 g/cc		
Po Type	User	Po	750.86 mm Hg
Adsorbate	N2	Bath Temperature	77.40 deg K
Adsorption Tolerance	0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	60 sec	Desorption Equil Time	0 sec
Adsorption Dwell Time	180 sec	Desorption Dwell Time	0 sec
Analysis Start Time	Wed Oct 11 11:11:08 2006	Analysis End Time	Wed Oct 11 12:37:34 2006

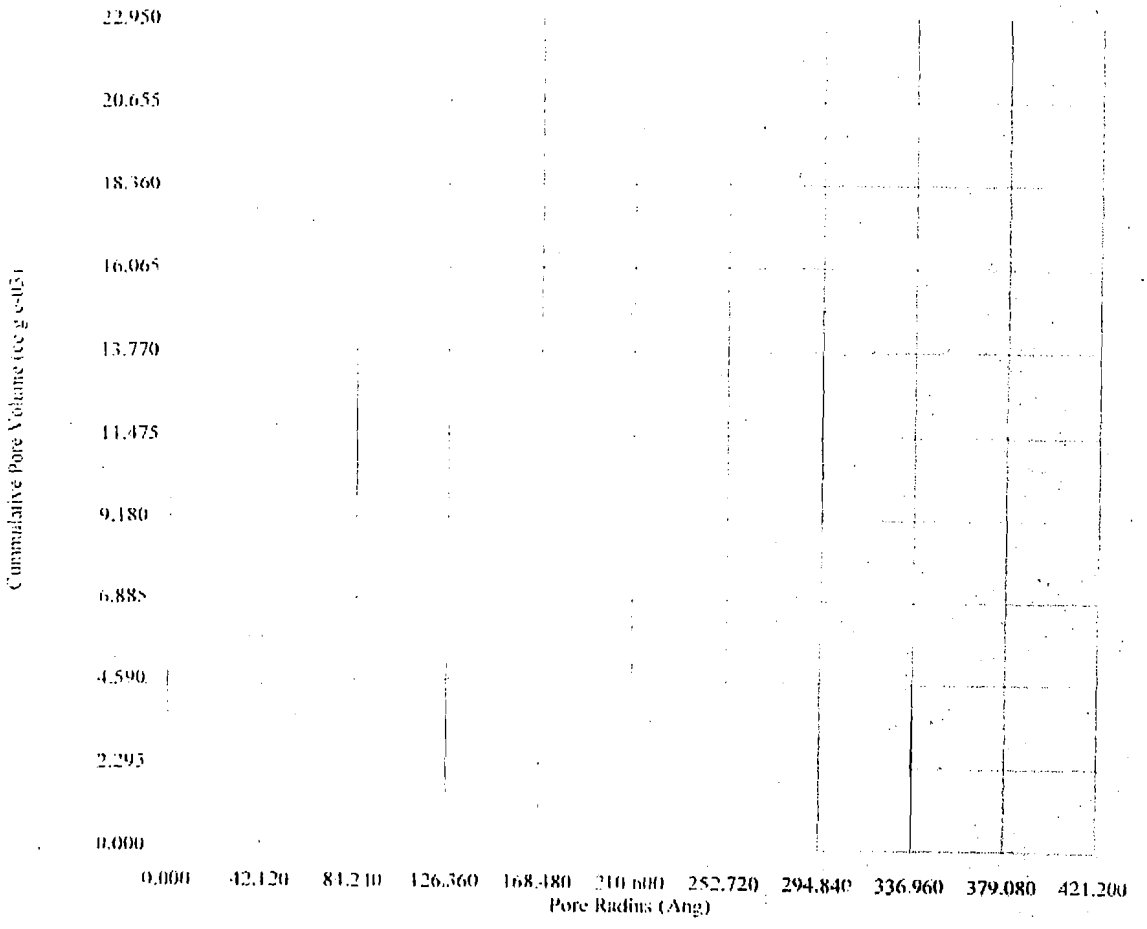
Multi BET (Adsorption)

P/Po	BET Transform (1/{W[Po/P - 1]})
0.054768	5.540716
0.067120	6.614720
0.150836	14.016810
0.196571	18.182428
0.246074	22.929780
Slope	90.470758
Intercept	0.512919
Correlation Coefficient	0.999857
BET C	177.384252
Surface Area	21.618442 sq m
Specific Surface Area	38.276279 sq m/g

Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name 617a.dat

User ID	=	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA A	Sample Cell Number	= 4
Sample Weight	= 0.5648 g	Sample Volume	= 0.5648 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 750.86 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	= Wed Oct 11 11:11:08 2006	Analysis End Time	= Wed Oct 11 12:37:34 2006

BJH (Adsorption)



Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617a.dat

User ID		User Setup	5
Sample ID	617/P/KA A	Sample Cell Number	4
Sample Weight	0.5648 g	Sample Volume	= 0.5648 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	User	Po	750.86 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	= Wed Oct 11 11:11:08 2006	Analysis End Time	= Wed Oct 11 12:37:34 2006

BJH (Adsorption)

Pore Radius (Ang)	Cummulative Pore Area (sq m/g e-03)	Cummulative Pore Volume (cc/g e-03)
421.185699	16530.948410	22.902683
155.206342	16476.501139	21.756063
100.599226	16318.152133	20.527224
75.214563	16068.101688	19.269480
59.910454	15764.869758	18.129107
49.859126	15383.006801	16.985228
42.583456	14911.685151	15.810244
37.129221	14369.130000	14.655050
32.902905	13749.098260	13.503986
29.372389	13041.528371	12.339930
26.405330	12159.622333	11.044746
23.961644	11240.105970	9.830739
21.894027	10194.406080	8.577905
20.147115	9119.128549	7.400797
18.599383	8014.514917	6.288058
17.223180	7052.670626	5.393573
15.980414	5563.279841	4.110970
14.840505	3917.886987	2.796268
13.775964	2083.592405	1.435175

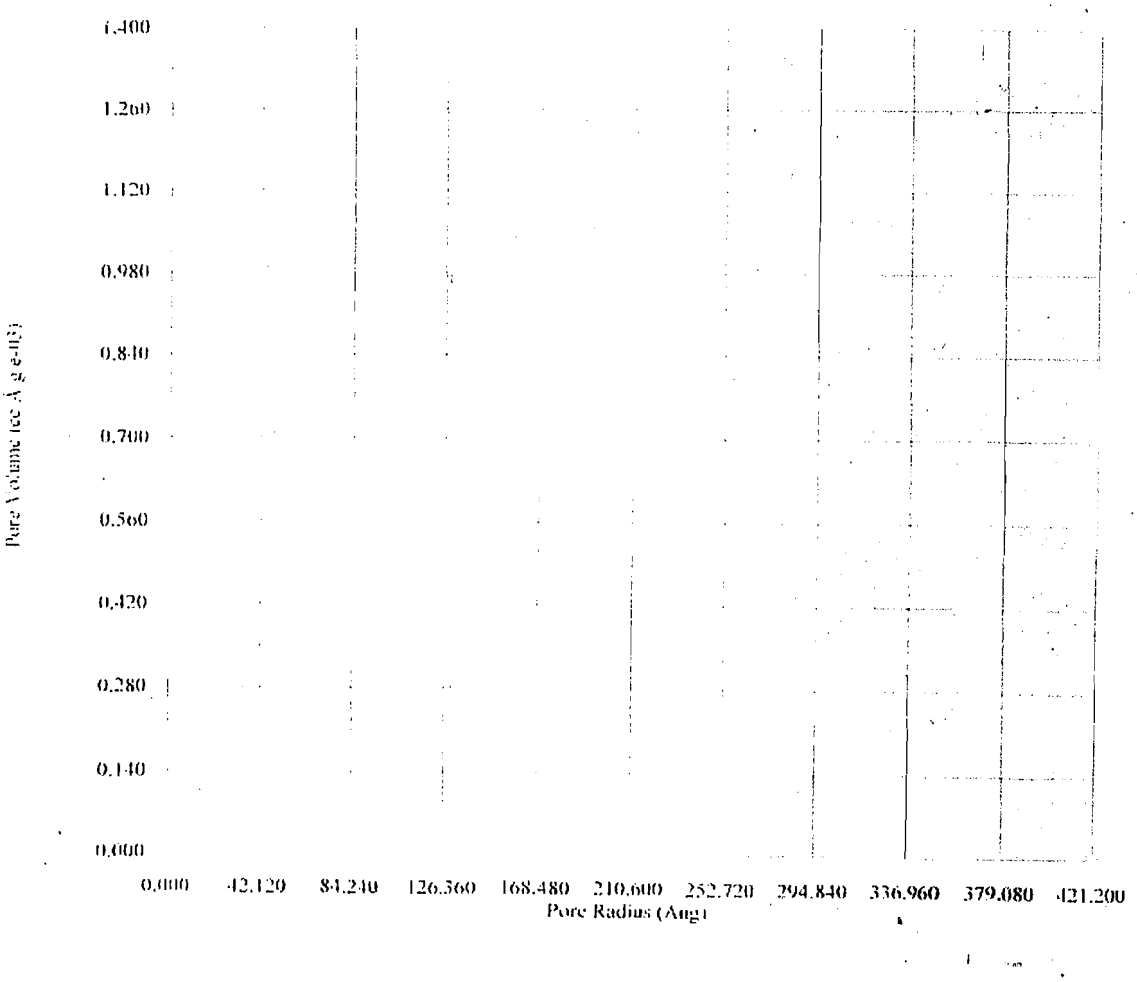
Total Pore Volume is 33.143380 e-03 cc/g for all pores less than 624.132823 Angstrom.

Average pore radius is 17.317974 Angstrom.

Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617a.dat

User ID	-	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA A	Sample Cell Number	= 4
Sample Weight	= 0.5648 g	Sample Volume	= 0.5648 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 750.86 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	= Wed Oct 11 11:11:08 2006	Analysis End Time	= Wed Oct 11 12:37:34 2006

DVR (Adsorption)



Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name 617a.dat

User ID	-	User Setup	= 5
Sample ID	617/P/KA A	Sample Cell Number	4
Sample Weight	0.5648 g	Sample Volume	0.5648 cc
Sample Density	1.0000 g/cc		
Po Type	User	Po	750.86 mm Hg
Adsorbate	N2	Bath Temperature	77.40 deg K
Adsorption Tolerance	0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	60 sec	Desorption Equil Time	0 sec
Adsorption Dwell Time	180 sec	Desorption Dwell Time	0 sec
Analysis Start Time	Wed Oct 11 11:11:08 2006	Analysis End Time	Wed Oct 11 12:37:34 2006

DVR (Adsorption)

Pore Radius (Ang)	Pore Area (sq m/A/g e-03)	Pore Volume (cc/A/g e-03)
321.185699	0.119757	0.002522
155.206342	2.048196	0.015895
100.599226	7.837885	0.039424
75.214563	16.072478	0.060444
59.910454	32.521991	0.097420
49.859126	56.371633	0.140532
42.583456	87.615060	0.186611
37.129221	131.415541	0.243968
32.902905	189.466811	0.311700
29.372389	265.115239	0.389353
26.405330	352.627177	0.465562
23.961644	458.689460	0.549548
21.894027	579.514918	0.634396
20.147115	674.225188	0.679185
18.599383	660.099659	0.613872
17.223180	1149.855010	0.990208
15.980414	1382.396818	1.104564
14.840505	1683.501170	1.249200
13.775964	2004.395692	1.380624

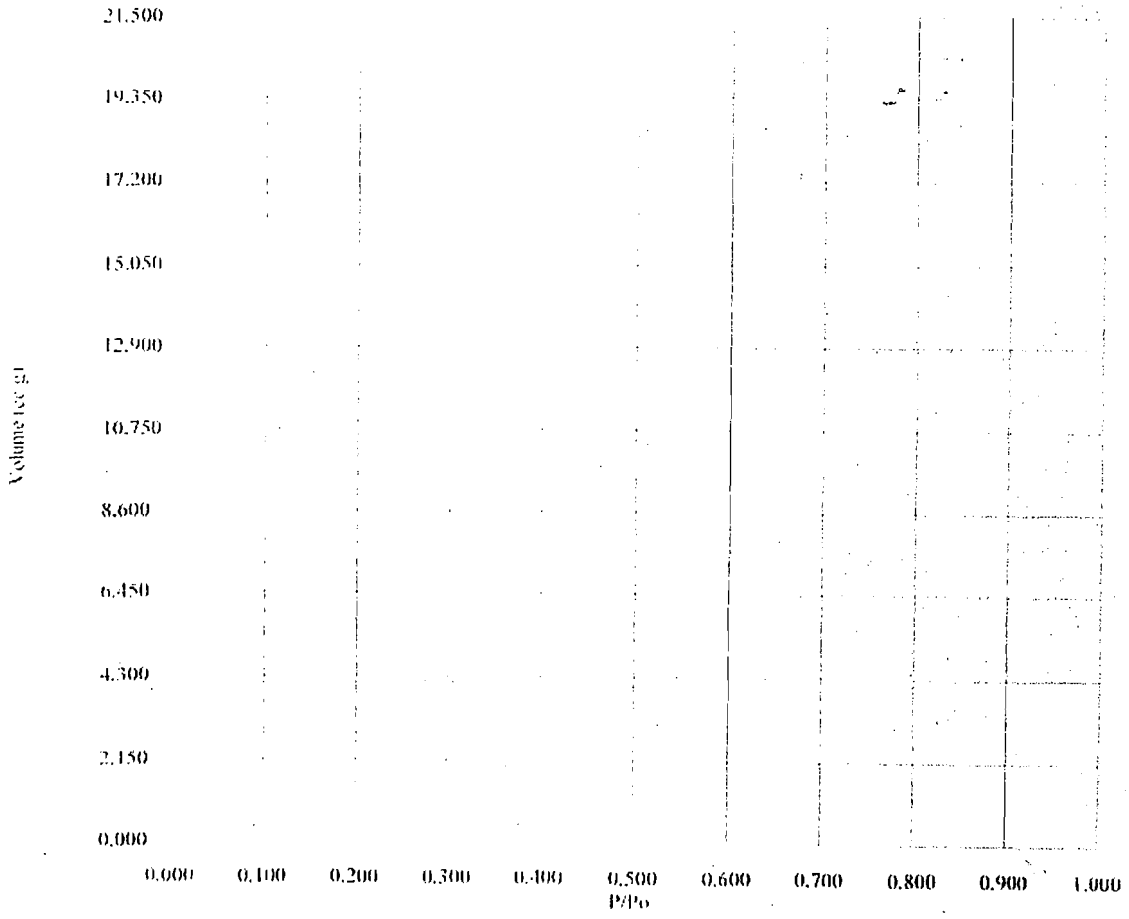
Total Pore Volume is 33.143380 e-03 cc/g for all pores less than 624.132823 Angstrom.

Average pore radius is 17.317974 Angstrom.

Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617a.dat

User ID	=	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA A	Sample Cell Number	= 4
Sample Weight	= 0.5648 g	Sample Volume	= 0.5648 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 750.86 mm Hg
Adsorbate	N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	= Wed Oct 11 11:11:08 2006	Analysis End Time	= Wed Oct 11 12:37:34 2006

ISOTHERM (Adsorption)



Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617a.dat

User ID		User Setup	5
Sample ID	617/PAKA A	Sample Cell Number	4
Sample Weight	0.5648 g	Sample Volume	0.5648 cc
Sample Density	1.0000 g/cc		
Po Type	User	Po	750.86 mm Hg
Adsorbate	N2	Bath Temperature	77.40 deg K
Adsorption Tolerance	0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	60 sec	Desorption Equil Time	0 sec
Adsorption Dwell Time	180 sec	Desorption Dwell Time	0 sec
Analysis Start Time	Wed Oct 11 11:11:08 2006	Analysis End Time	Wed Oct 11 12:37:34 2006

ISOTHERM (Adsorption)

P/Po	Volume (cc/g)
0.054768	8.367064
0.067120	8.702950
0.150836	10.139510
0.196571	10.766445
0.246074	11.389136
0.286225	11.881301
0.324016	12.335592
0.360718	12.774660
0.397498	13.209428
0.433845	13.642413
0.470582	13.981251
0.507258	14.389584
0.543709	14.826304
0.582321	15.302930
0.619715	15.777632
0.659217	16.298553
0.695215	16.782041
0.731549	17.276393
0.768216	17.789806
0.804676	18.329870
0.840350	18.876137
0.876896	19.445379
0.911541	20.096884
0.947681	20.770128
0.981806	21.456986

Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617b.dat

User ID		User Setup	5
Sample ID	617/PIKA B	Sample Cell Number	2
Sample Weight	0.5770 g	Sample Volume	= 0.5770 cc
Sample Density	1.0000 g/cc		
Po Type	User	Po	752.03 mm Hg
Adsorbate	N2	Bath Temperature	77.40 deg K
Adsorption Tolerance	0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	60 sec	Desorption Equil Time	0 sec
Adsorption Dwell Time	180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	Thu Oct 12 10:26:28 2006	Analysis End Time	Thu Oct 12 11:47:33 2006

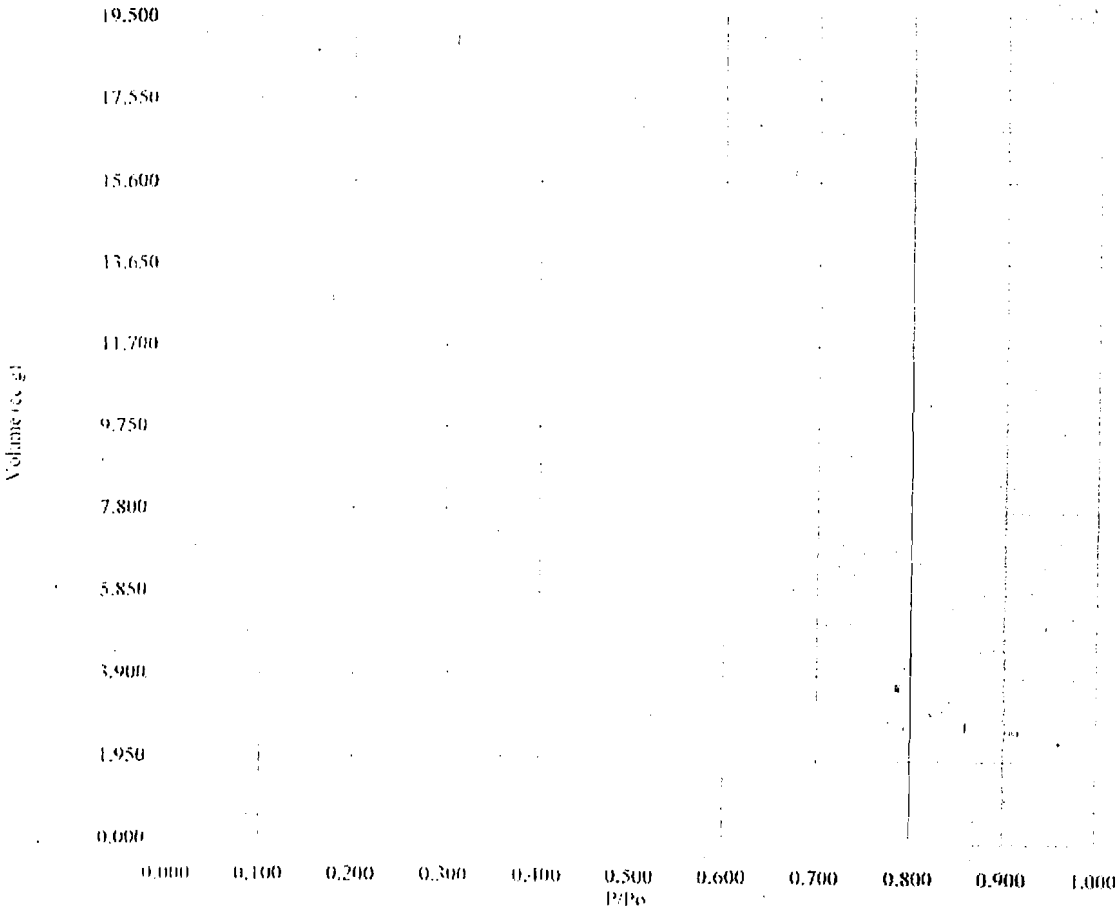
ISOTHERM (Adsorption)

P/Po	Volume (cc/g)
0.049228	7.444880
0.074136	7.986339
0.151801	9.130175
0.196446	9.664659
0.215226	10.214565
0.285133	10.647925
0.322831	11.051039
0.360140	11.459462
0.396871	11.854151
0.433465	12.253272
0.470653	12.664219
0.508273	13.082994
0.543451	13.492165
0.581684	13.952947
0.618191	14.395560
0.658737	14.900392
0.693871	15.338847
0.729938	15.817067
0.765936	16.300761
0.802253	16.798226
0.839830	17.115954
0.874947	17.633013
0.912153	18.206327
0.947607	18.807157
0.983501	19.452020

Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name - 617b.dat

User ID	=	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA B	Sample Cell Number	= 2
Sample Weight	= 0.5770 g	Sample Volume	= 0.5770 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	User	Po	= 752.03 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	0 sec
Analysis Start Time	= Thu Oct 12 10:26:28 2006	Analysis End Time	= Thu Oct 12 11:47:33 2006

ISOTHERM (Adsorption)



Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617b.dat

User ID		User Setup	= 5
Sample ID	= C17/PEA -B	Sample Cell Number	= 2
Sample Weight	0.5770 g	Sample Volume	0.5770 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	User	Po	= 752.03 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	0 sec
Analysis Start Time	= Thu Oct 12 10:26:28 2006	Analysis End Time	= Thu Oct 12 11:47:33 2006

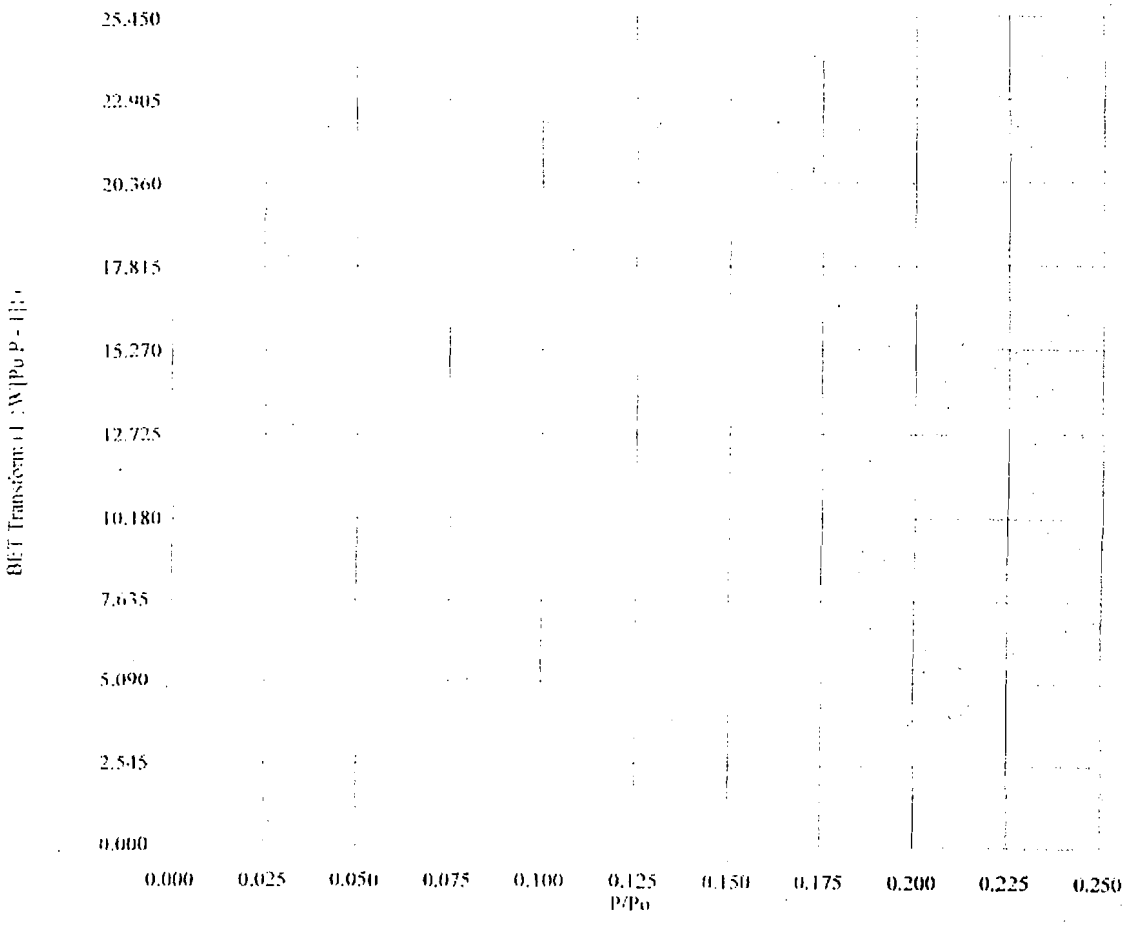
Multi BET (Adsorption)

P/Po	BET Transform (1/[W[Po/P - 1]])
0.049228	5.564584
0.074136	8.022048
0.151801	15.683809
0.196446	20.239337
0.245226	25.449699
Slope	101.029267
Intercept	= 0.507593
Correlation Coefficient	0.999865
BET C	= 200.035793
Surface Area	= 19.789976 sq m
Specific Surface Area	= 34.298052 sq m/g

Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name - 617b.dat

User ID	-	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA B	Sample Cell Number	= 2
Sample Weight	= 0.5770 g	Sample Volume	= 0.5770 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 752.03 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1600 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	= Thu Oct 12 10:26:28 2006	Analysis End Time	= Thu Oct 12 11:47:33 2006

Multi BET (Adsorption)



Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name 617b.dat

User ID		User Setup	= 5
Sample ID	617b KA B	Sample Cell Number	2
Sample Weight	= 0.5770 g	Sample Volume	= 0.5770 cc
Sample Density	1.0000 g/cc		
Po Type	User	Po	752.03 mm Hg
Adsorbate	N2	Bath Temperature	77.40 deg K
Adsorption Tolerance	0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	Thu Oct 12 10:26:28 2006	Analysis End Time	Thu Oct 12 11:47:33 2006

BJH (Adsorption)

Pore Radius (Ang)	Cummulative Pore Area (sq m/g e-03)	Cumulative Pore Volume (cc/g e-03)
395.837809	15626.911744	21.257351
155.466167	15572.245396	20.175401
100.353018	15431.344612	19.080135
74.471667	15211.696495	17.978018
59.482513	14931.785993	16.935748
49.315369	14717.075901	16.297173
42.246312	14271.343971	15.198101
36.932950	13747.689616	14.091978
32.801738	13135.545357	12.961563
29.292285	12487.222854	11.898258
26.327255	11622.995228	10.632498
23.934267	10754.606819	9.489384
21.911202	9729.785591	8.262967
20.172817	8713.054206	7.149076
18.593755	7562.268574	5.988347
17.205446	6304.168842	4.818707
15.960884	4953.776825	3.657002
14.814692	3486.657789	2.486176
13.744589	1803.783865	1.239613

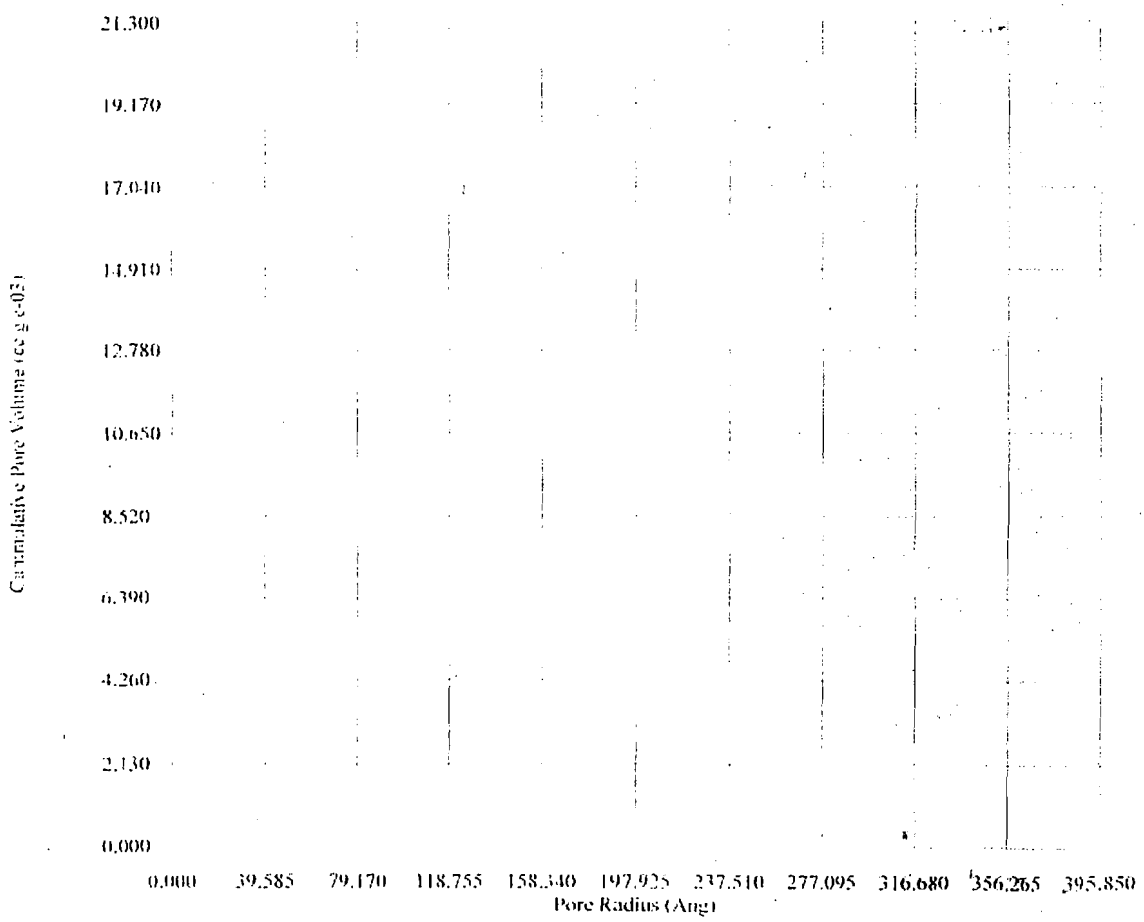
Total Pore Volume is 30.046423 e-03 cc/g for all pores less than 574.368980 Angstrom.

Average pore radius is 17.520775 Angstrom.

Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name : 617b.dat

User ID	:	User Setup	: 5
Sample ID	: 617/P/KA B	Sample Cell Number	: 2
Sample Weight	: 0.5770 g	Sample Volume	: 0.5770 cc
Sample Density	: 1.0000 g/cc		
Po Type	: User	Po	: 752.03 mm Hg
Adsorbate	: N2	Bath Temperature	: 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	: 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	: 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	: 60 sec	Desorption Equil Time	: 0 sec
Adsorption Dwell Time	: 180 sec	Desorption Dwell Time	: 0 sec
Analysis Start Time	: Thu Oct 12 10:26:28 2006	Analysis End Time	: Thu Oct 12 11:47:33 2006

BJH (Adsorption)



Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name 617b.dat

User ID		User Setup	5
Sample ID	617-P/KA B	Sample Cell Number	2
Sample Weight	0.5770 g	Sample Volume	0.5770 cc
Sample Density	1.0000 g/cc		
Po Type	User	Po	752.03 mm Hg
Adsorbate	N2	Bath Temperature	77.40 deg K
Adsorption Tolerance	0.3000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	Thu Oct 12 10:26:28 2006	Analysis End Time	Thu Oct 12 11:47:33 2006

DVR (Adsorption)

Pore Radius (Ang)	Pore Area (sq m/Å/g e-03)	Pore Volume (cc/Å/g e-03)
395.837809	0.135151	0.002675
155.466167	1.847644	0.014362
100.353018	6.466592	0.032447
74.471667	15.728750	0.058567
59.482513	17.624899	0.052419
49.315369	54.677043	0.134821
42.246312	87.479431	0.184784
36.932950	131.907849	0.243587
32.801738	179.009159	0.293591
29.292285	254.395790	0.372592
26.327255	342.845879	0.451310
23.934267	454.850796	0.544326
21.911200	567.044572	0.621231
20.172817	683.471779	0.689378
18.593755	853.302973	0.793305
17.205446	1036.984263	0.892089
15.960884	1236.099614	0.986462
14.814692	1522.287892	1.127611
13.744589	1743.263198	1.198022

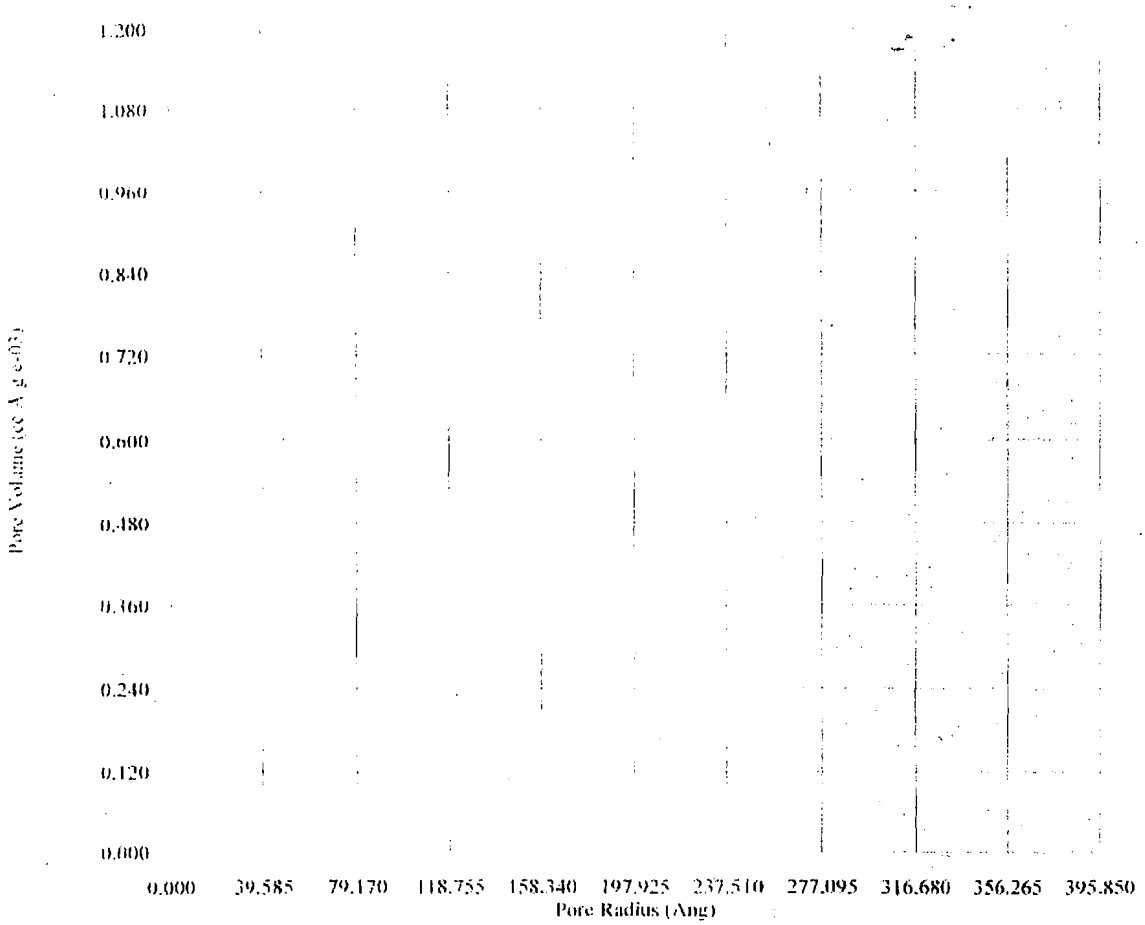
Total Pore Volume is 30.046123 e-03 cc/g for all pores less than 574.368980 Angstrom.

Average pore radius is 17.520775 Angstrom.

Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617b.dat

User ID		User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA B	Sample Cell Number	= 2
Sample Weight	= 0.5770 g	Sample Volume	= 0.5770 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 752.03 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	60 sec	Desorption Equil Time	0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	= Thu Oct 12 10:26:28 2006	Analysis End Time	= Thu Oct 12 11:47:33 2006

DVR (Adsorption)



Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617c.dat

User ID		User Setup	5
Sample ID	617P/KA C	Sample Cell Number	4
Sample Weight	0.4130 g	Sample Volume	0.4130 cc
Sample Density	1.0000 g/cc		
Po Type	User	Po	750.42 mm Hg
Adsorbate	N2	Bath Temperature	77.40 deg K
Adsorption Tolerance	0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	60 sec	Desorption Equil Time	0 sec
Adsorption Dwell Time	180 sec	Desorption Dwell Time	0 sec
Analysis Start Time	Thu Oct 12 12:09:44 2006	Analysis End Time	Thu Oct 12 13:35:38 2006

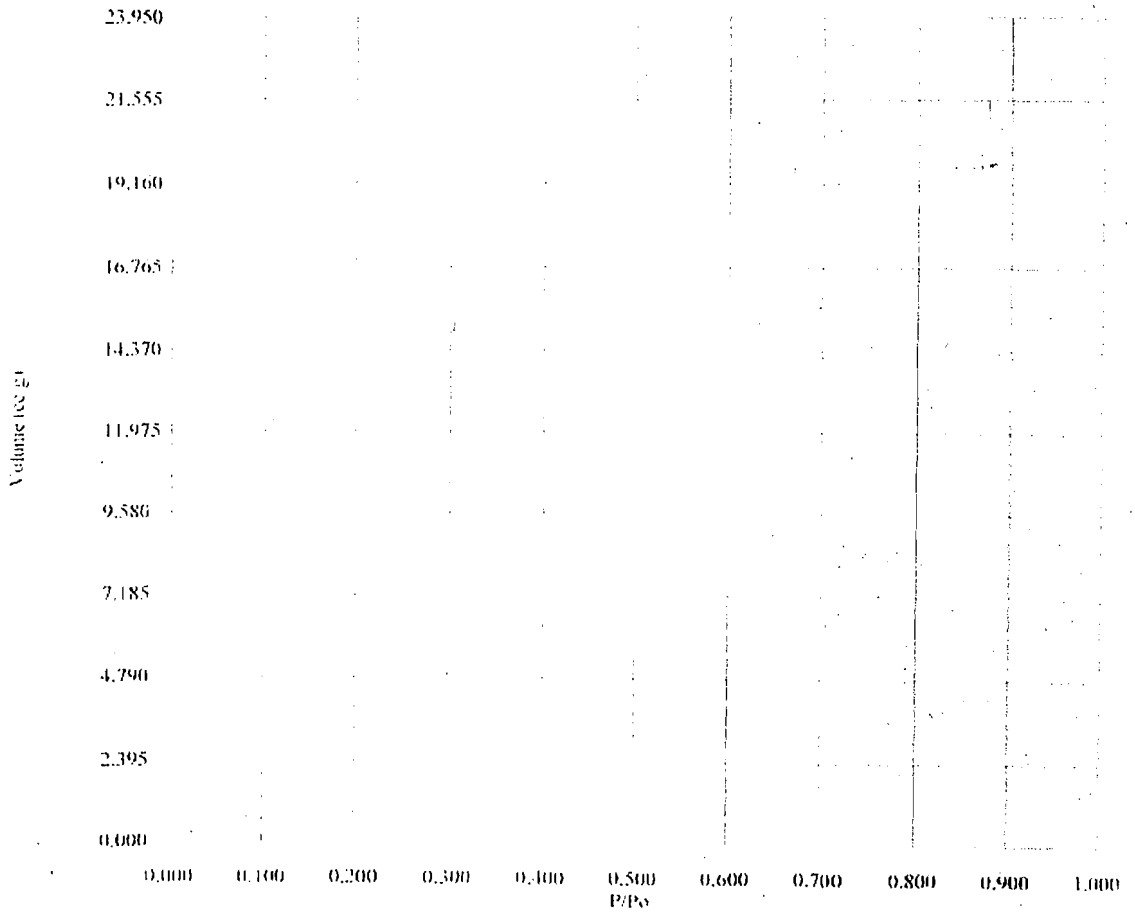
ISOTHERM (Adsorption)

P/Po	Volume (cc/g)
0.013426	9.323565
0.073551	10.113145
0.151193	11.538635
0.197785	12.213463
0.247689	12.868435
0.287509	13.367644
0.324847	13.822793
0.361535	14.260913
0.398285	14.714956
0.435536	15.153073
0.471568	15.466250
0.508819	15.891110
0.544695	16.327214
0.584177	16.824086
0.621454	17.327466
0.655938	18.220390
0.696337	18.823888
0.734375	19.385456
0.770173	19.930752
0.805245	20.480991
0.841198	21.048809
0.877732	21.673751
0.911022	22.550115
0.949977	23.259101
0.987470	23.939114

Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617c.dat

User ID		User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA C	Sample Cell Number	= 4
Sample Weight	= 0.4130 g	Sample Volume	= 0.4130 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 750.42 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	= Thu Oct 12 12:09:44 2006	Analysis End Time	= Thu Oct 12 13:35:38 2006

ISOTHERM (Adsorption)



Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name - 617c.dat

User ID		User Setup	5
Sample ID	617 P/KA C	Sample Cell Number	4
Sample Weight	0.4130 g	Sample Volume	0.4130 cc
Sample Density	1.0000 g/cc		
Po Type	User	Po	750.42 mm Hg
Adsorbate	N2	Bath Temperature	77.40 deg K
Adsorption Tolerance	0.0000 mm Hg	Desorption Tolerance	0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	60 sec	Desorption Equil Time	0 sec
Adsorption Dwell Time	180 sec	Desorption Dwell Time	0 sec
Analysis Start Time	Thu Oct 12 12:09:44 2006	Analysis End Time	Thu Oct 12 13:35:38 2006

DVR (Adsorption)

Pore Radius (Ang)	Pore Area (sq m/Å/g e-03)	Pore Volume (cc/Å g e-03)
493.163916	0.078366	0.001932
159.193595	1.870751	0.014891
80.550384	11.072882	0.055669
75.665592	17.241598	0.065230
60.158490	32.848014	0.098804
50.128047	58.435474	0.146463
42.984611	92.459857	0.198718
37.401719	139.108098	0.260144
32.814394	213.325663	0.350008
29.287177	559.490174	0.819294
26.531383	358.085238	0.475025
24.048191	444.867700	0.534913
21.958176	561.322067	0.616280
20.205074	661.524034	0.668307
18.651898	570.363275	0.531918
17.268319	1086.983414	0.938519
16.006427	1417.337618	1.134326
14.865019	1621.786003	1.205394
13.804895	1976.064755	1.363968

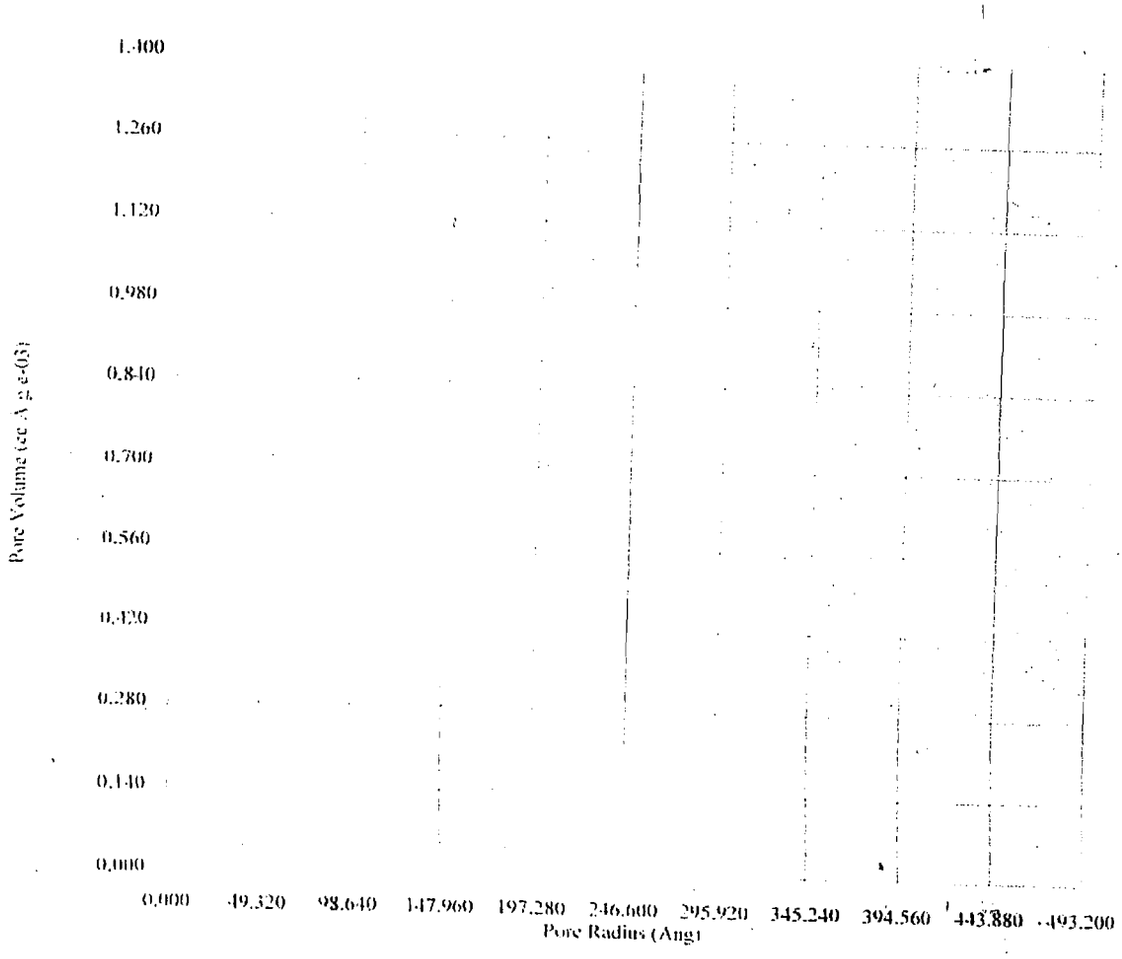
Total Pore Volume is 36.977381 e-03 cc/g for all pores less than 757.827573 Angstrom.

Average pore radius is 17.201323 Angstrom.

Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617c.dat

User ID	=	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA C	Sample Cell Number	= 4
Sample Weight	= 0.4130 g	Sample Volume	= 0.4130 cc
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Adsorption Tolerance	0.0000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	= Thu Oct 12 12:09:44 2006	Analysis End Time	= Thu Oct 12 13:35:38 2006

DVR (Adsorption)



Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617e.dat

User ID	=	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/PKA C	Sample Cell Number	= 4
Sample Weight	= 0.4130 g	Sample Volume	= 0.4130 cc
Sample Density	1.0000 g/cc		
Po Type	User	Po	= 750.42 mm Hg
Adsorbate	N2	Bath Temperature	77.40 deg K
Adsorption Tolerance	0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	Thu Oct 12 12:09:44 2006	Analysis End Time	= Thu Oct 12 13:35:38 2006

BJH (Adsorption)

Pore Radius (Ang.)	Cummulative Pore Area (sq m/g e-03)	Cummulative Pore Volume (cc/g e-03)
493.163916	17391.094142	24.919331
159.193595	17345.537001	23.795974
100.559384	17183.526544	22.506423
75.665592	16843.759637	20.798238
60.158490	16514.703957	19.553328
50.128047	16122.852849	18.374670
42.984611	15647.675011	17.183683
37.401719	15078.565625	15.960536
32.814394	14381.553655	14.657063
29.287177	13493.250157	13.199606
26.531383	11876.120614	10.831548
24.048191	10937.498536	9.586401
21.958176	9894.213115	8.331945
20.205074	8864.259373	7.201150
18.651898	7758.633236	6.084187
17.268319	6940.149988	5.320873
16.006427	5492.140811	4.070639
14.865019	3803.170809	2.718920
13.804895	2033.534057	1.403636

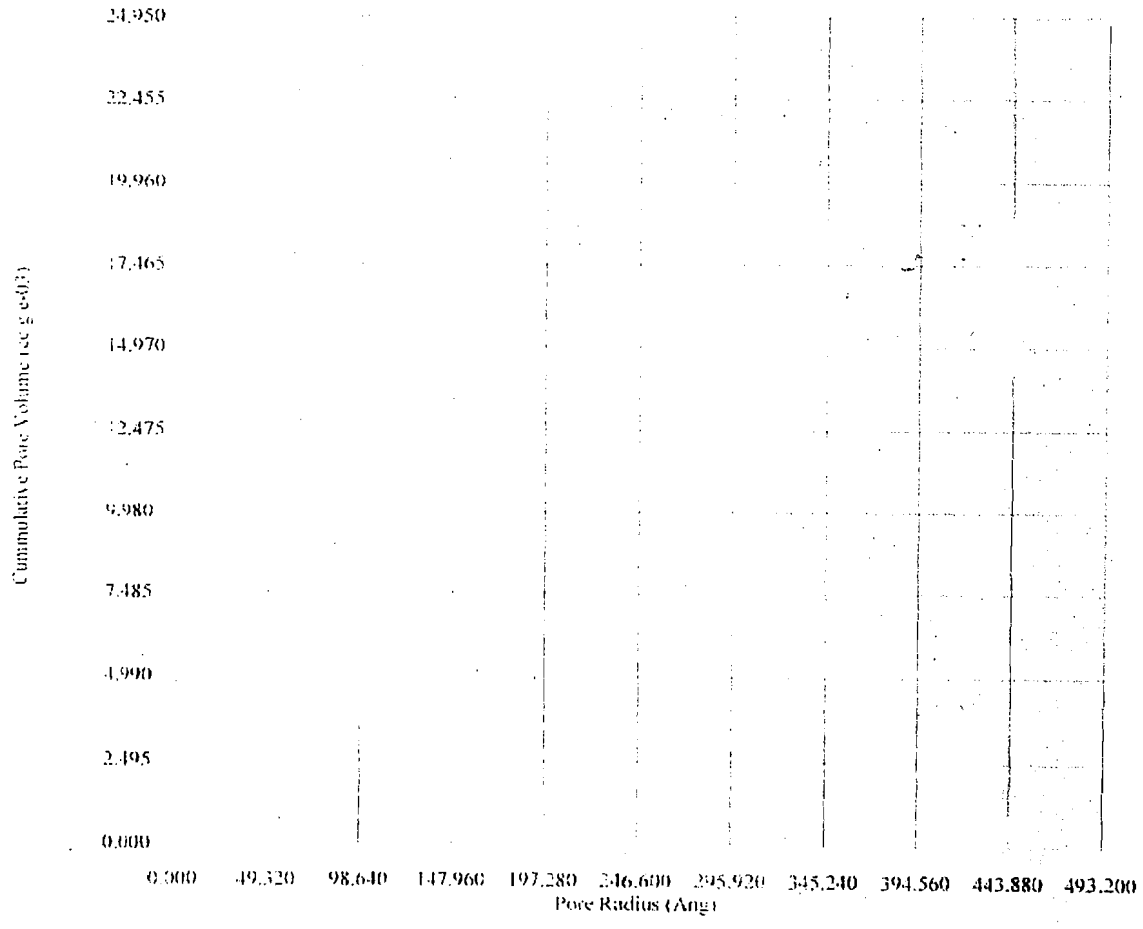
Total Pore Volume is 36.977381 e-03 cc/g for all pores less than 757.827573 Angstrom.

Average pore radius is 17.201323 Angstrom.

Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617c.dat

User ID		User Setup	= 5
Sample ID	= 617c/KA C	Sample Cell Number	= 4
Sample Weight	= 0.4130 g	Sample Volume	= 0.4130 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 750.42 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	= Thu Oct 12 12:09:44 2006	Analysis End Time	= Thu Oct 12 13:35:38 2006

BJH (Adsorption)



Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617c.dat

User ID		User Setup	= 5
Sample ID	= 617P/KA C	Sample Cell Number	= 4
Sample Weight	0.4130 g	Sample Volume	= 0.4130 cc
Sample Density	1.0000 g/cc		
Po Type	User	Po	= 750.42 mm Hg
Adsorbate	N2	Bath Temperature	77.40 deg K
Adsorption Tolerance	0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	180 sec	Desorption Dwell Time	0 sec
Analysis Start Time	Thu Oct 12 12:09:44 2006	Analysis End Time	= Thu Oct 12 13:35:38 2006

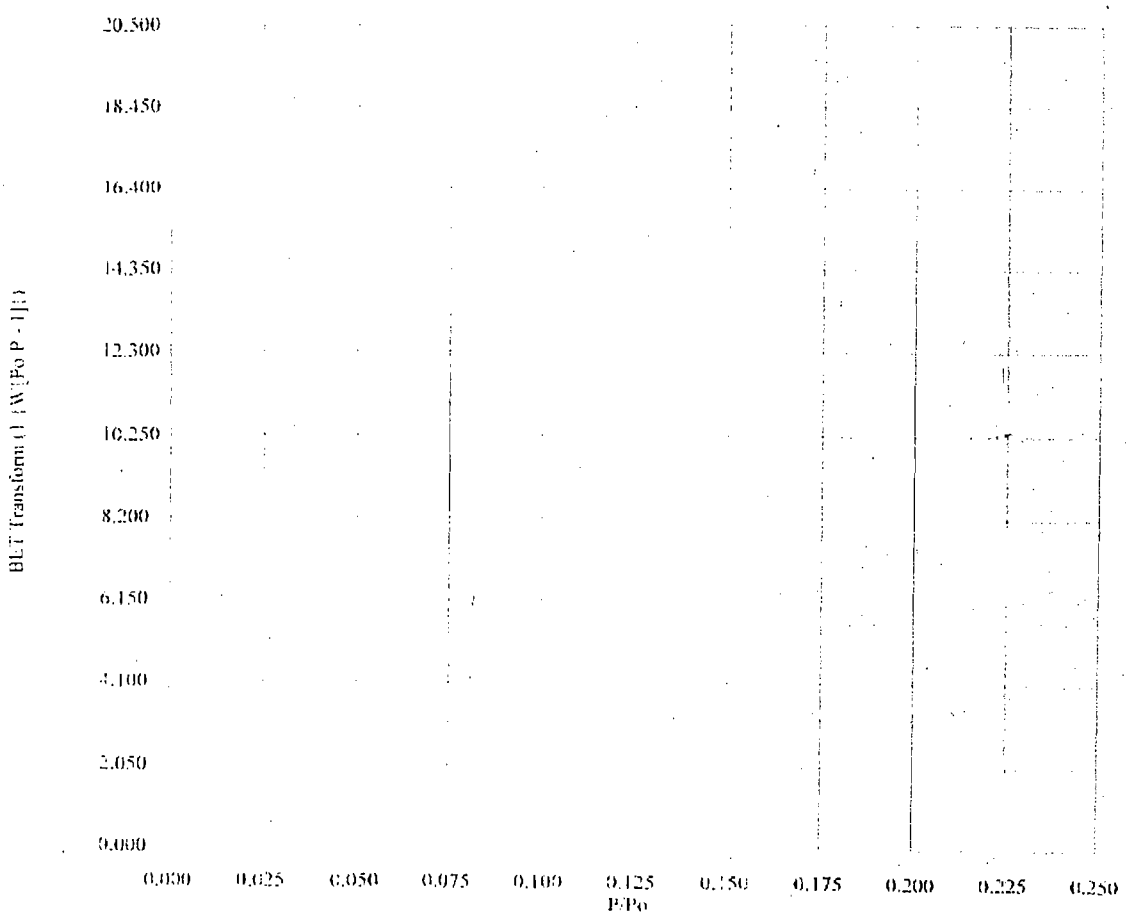
Multi BET (Adsorption)

P/Po	BET Transform (1/[W[Po/P - 1]])
0.043426	3.895898
0.073551	6.281063
0.151193	12.351521
0.197785	16.151621
0.247689	20.470919
Slope	80.686848
Intercept	0.313875
Correlation Coefficient	0.999793
BET C	= 258.066618
Surface Area	17.756376 sq m
Specific Surface Area	42.993647 sq m/g

Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617c.dat

User ID		User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA C	Sample Cell Number	= 4
Sample Weight	= 0.4130 g	Sample Volume	= 0.4130 cc
Sample Density	1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 750.42 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	= Thu Oct 12 12:09:44 2006	Analysis End Time	= Thu Oct 12 13:35:38 2006

Multi BET (Adsorption)



Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617e.dat

User ID		User Setup	5
Sample ID	617P/KA C	Sample Cell Number	= 4
Sample Weight	0.4130 g	Sample Volume	= 0.4130 cc
Sample Density	1.0000 g/cc		
Po Type	User	Po	= 750.42 mm Hg
Adsorbate	N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	60 sec	Desorption Equil Time	0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	Thu Oct 12 12:09:44 2006	Analysis End Time	= Thu Oct 12 13:35:38 2006

BJH (Adsorption)

Pore Radius (Ang)	Cummulative Pore Area (sq m/g e-03)	Cummulative Pore Volume (cc/g e-03)
493.163916	17391.094142	24.919331
159.193595	17345.537001	23.795974
100.550381	17183.526544	22.506423
75.665592	16843.759637	20.798238
60.158490	16514.703957	19.553328
50.128047	16122.852849	18.374670
42.984611	15647.675011	17.183683
37.401719	15078.565625	15.960536
32.814394	14381.553655	14.657063
29.287177	13493.250157	13.199606
26.531383	11876.120614	10.831548
24.048191	10937.498536	9.586401
21.958176	9804.213115	8.331945
20.205074	8864.259373	7.201150
18.651898	7758.633236	6.084187
17.268319	6946.149988	5.320873
16.006427	5492.140811	4.070639
14.865019	3803.170809	2.718920
13.804895	2033.534057	1.403636

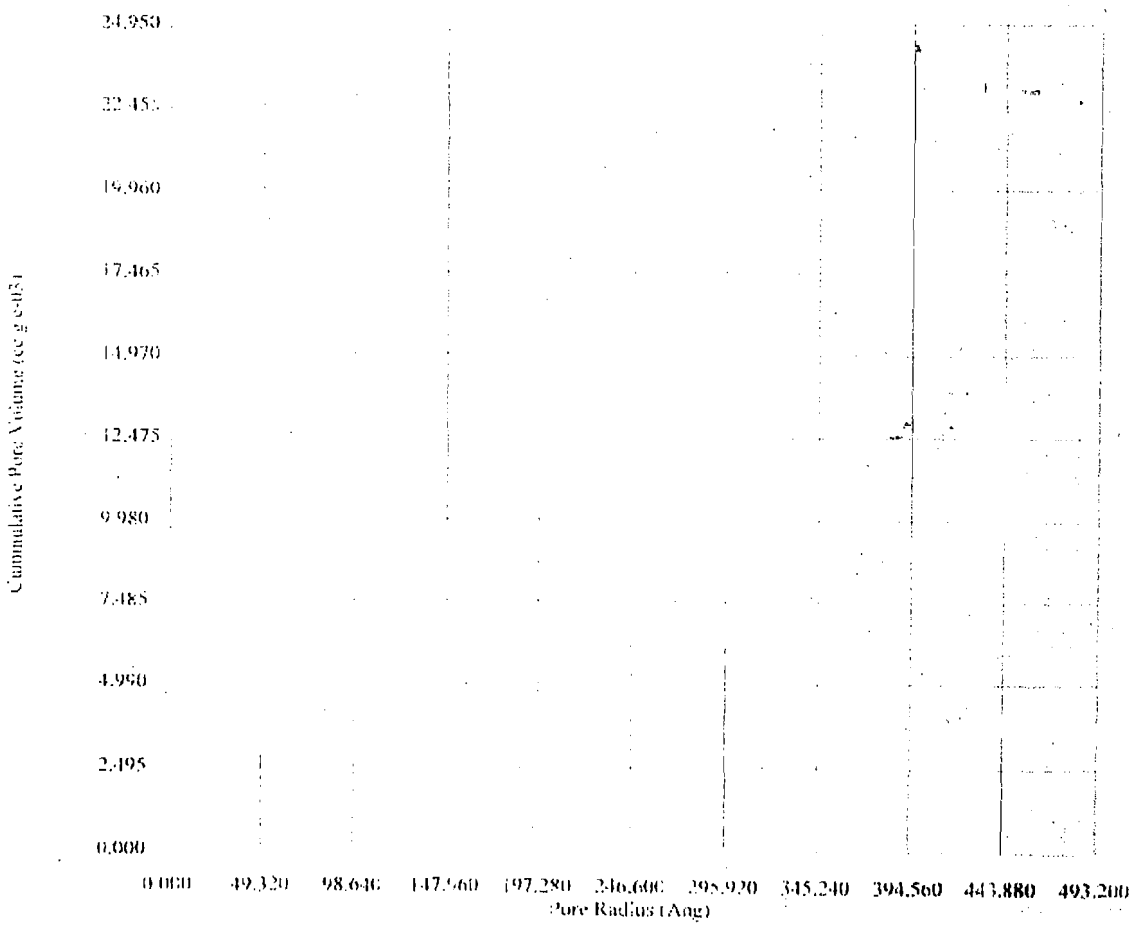
Total Pore Volume is 36.977381 e-03 cc/g for all pores less than 757.827573 Angstrom.

Average pore radius is 17.201323 Angstrom

Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name : 617c.dat

User ID		User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA C	Sample Cell Number	= 4
Sample Weight	= 0.4130 g	Sample Volume	= 0.4130 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 750.42 mm Hg
Adsorbate	N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	= Thu Oct 12 12:09:44 2006	Analysis End Time	= Thu Oct 12 13:35:38 2006

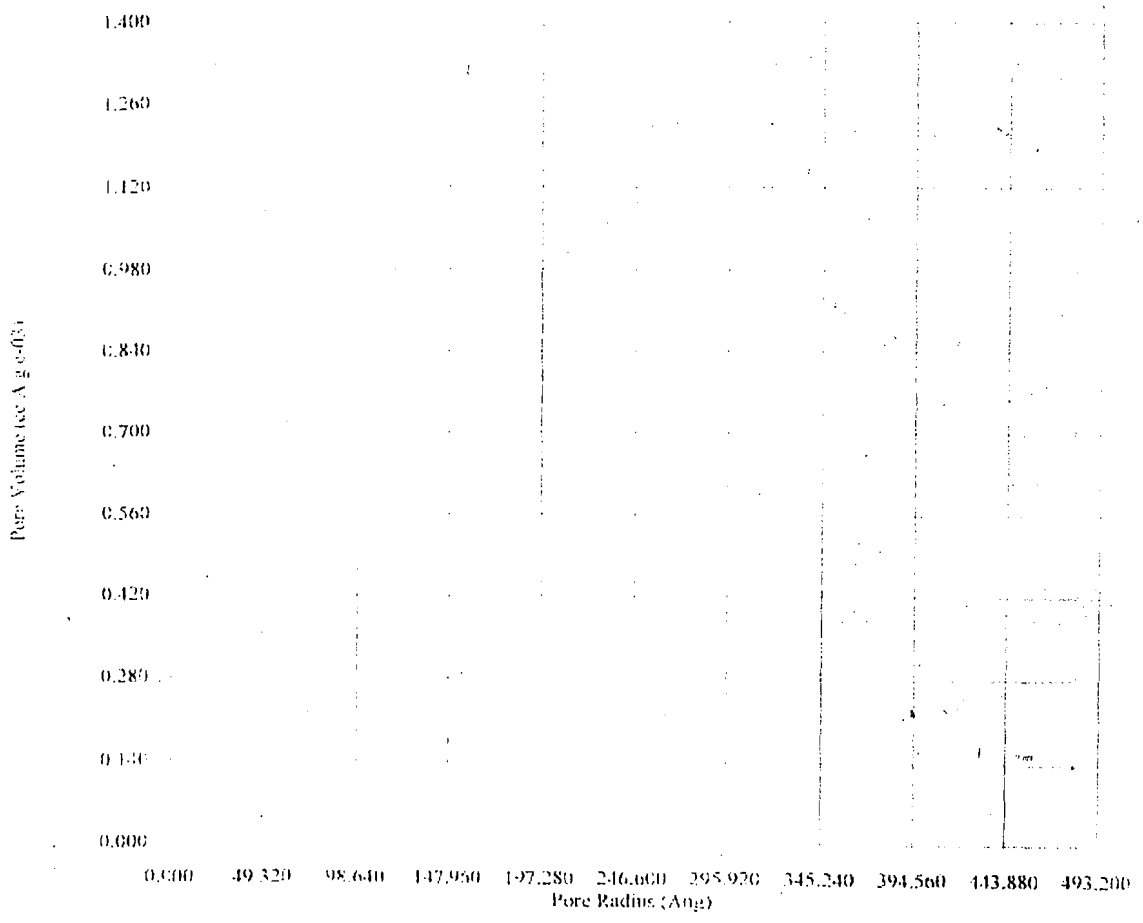
BJH (Adsorption)



Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver 2.00
File Name -- 617c.dat

User ID	=	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/9/KA C	Sample Cell Number	= 4
Sample Weight	= 0.4330 g	Sample Volume	= 0.4130 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 750.42 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	= Thu Oct 12 12:09:44 2006	Analysis End Time	= Thu Oct 12 13:35:38 2006

DVR (Adsorption)



Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617c.dat

User ID		User Setup	= 5
Sample ID	617P/KA C	Sample Cell Number	4
Sample Weight	0.4130 g	Sample Volume	0.4130 cc
Sample Density	1.0000 g/cc		
Po Type	User	Po	750.42 mm Hg
Adsorbate	N2	Bath Temperature	77.40 deg K
Adsorption Tolerance	0.1900 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0.000 mm Hg
Adsorption Equil Time	60 sec	Desorption Equil Time	0 sec
Adsorption Dwell Time	180 sec	Desorption Dwell Time	0 sec
Analysis Start Time	Thu Oct 12 12:09:44 2006	Analysis End Time	Thu Oct 12 13:35:38 2006

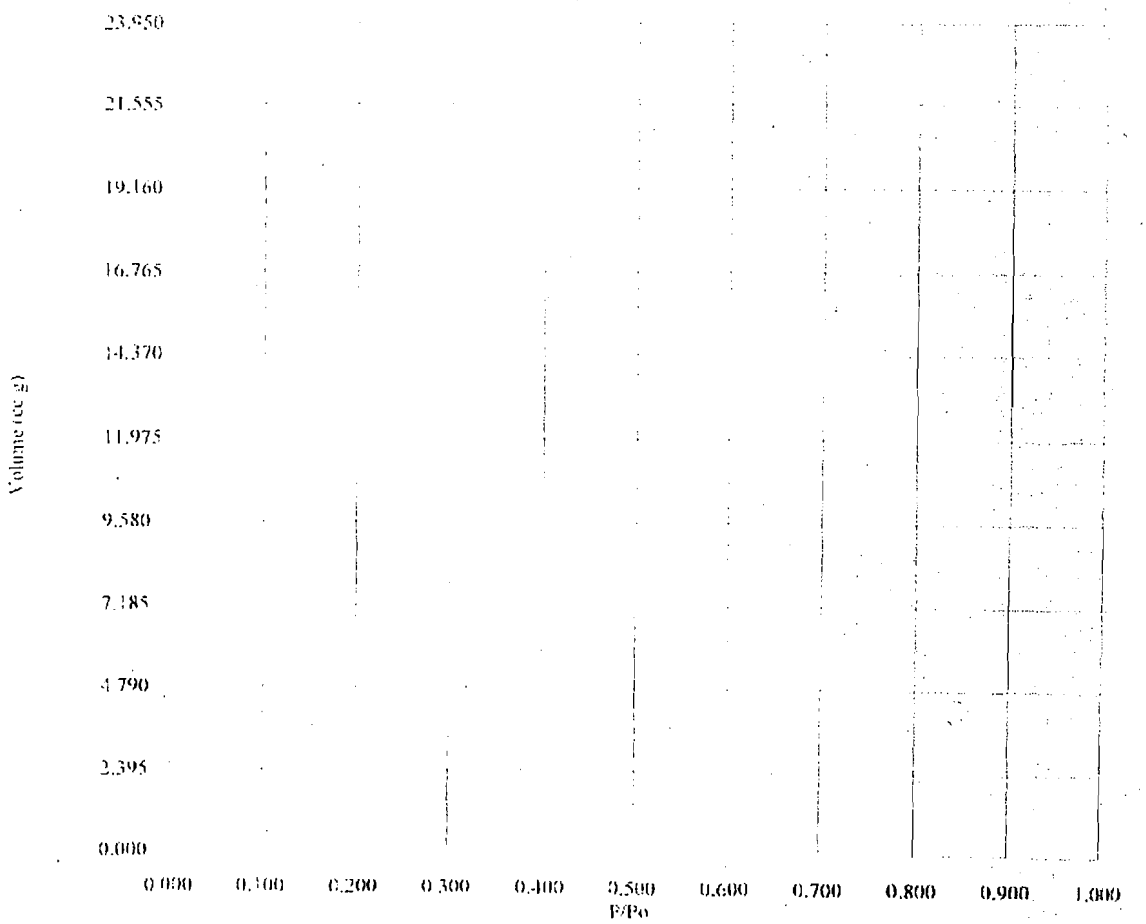
ISOTHERM (Adsorption)

P/Po	Volume (cc/g)
0.043426	9.323565
0.073551	10.113145
0.151193	11.538635
0.197785	12.213463
0.247689	12.868135
0.287509	13.367644
0.324847	13.822793
0.361535	14.260913
0.398285	14.714956
0.435536	15.153073
0.471568	15.466250
0.508819	15.891110
0.544695	16.327214
0.584177	16.824086
0.621454	17.327466
0.655938	18.220390
0.696337	18.823888
0.734375	19.385456
0.770173	19.930752
0.805245	20.480991
0.841198	21.048809
0.877732	21.673751
0.911022	22.550115
0.949977	23.259101
0.987479	23.939114

Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617c.dat

User ID		User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA C	Sample Cell Number	= 4
Sample Weight	= 0.4130 g	Sample Volume	= 0.4130 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 750.42 mm Hg
Adsorbate	N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	= Thu Oct 12 12:09:44 2006	Analysis End Time	= Thu Oct 12 13:35:38 2006

ISOTHERM (Adsorption)



Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name 617d.dat

User ID		User Setup	5
Sample ID	617d(KA-3)	Sample Cell Number	2
Sample Weight	0.3600 g	Sample Volume	0.3600 cc
Sample Density	1.0000 g/cc		
Po Type	User	Po	751.19 mm Hg
Adsorbate	N2	Bath Temperature	77.40 deg K
Adsorption Tolerance	0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	60 sec	Desorption Equil Time	0 sec
Adsorption Dwell Time	180 sec	Desorption Dwell Time	0 sec
Analysis Start Time	Fri Oct 13 11:00:37 2006	Analysis End Time	Fri Oct 13 12:05:10 2006

Multi BET (Adsorption)

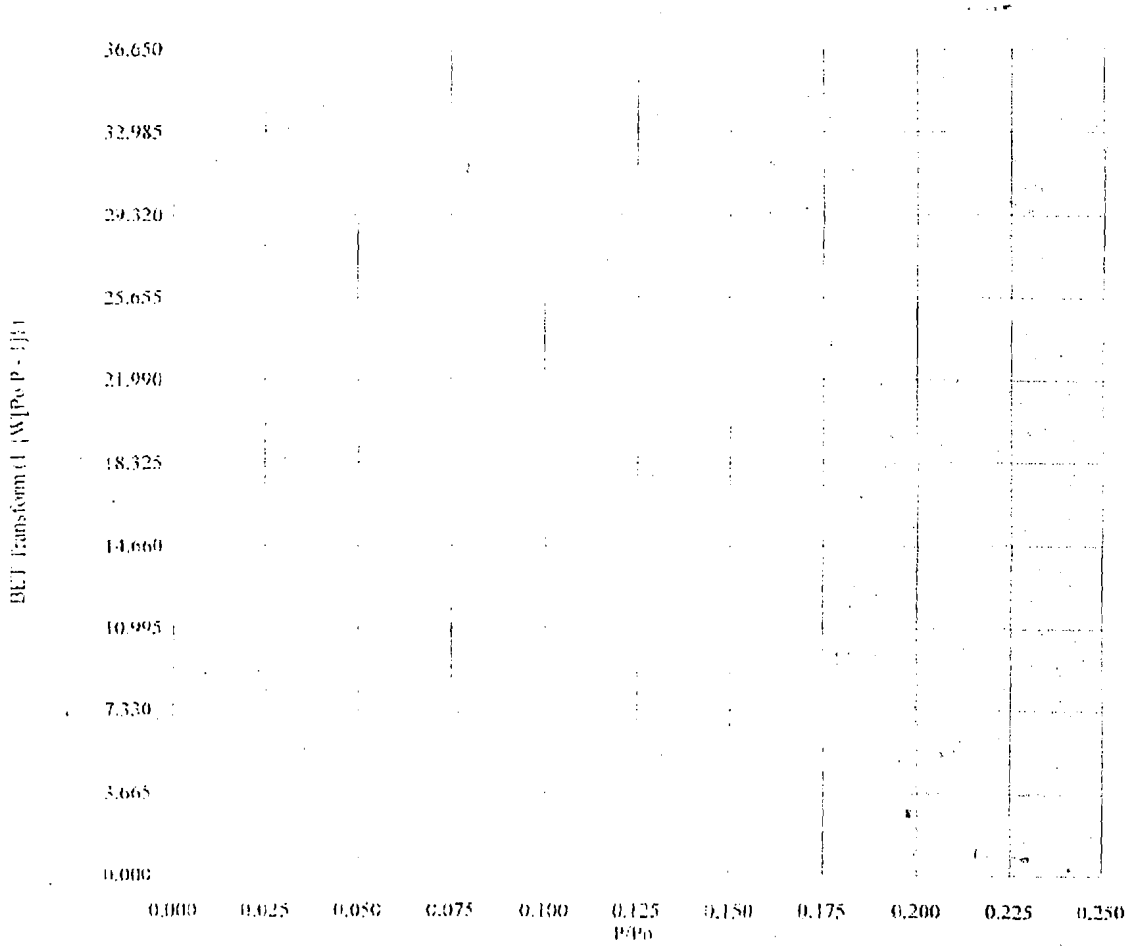
P/Po	BET Transform (1/[W[Po/P - 1]])
0.041766	7.309993
0.074068	11.487385
0.143106	21.043020
0.197676	28.874230
0.248808	36.603883

Slope	142.605287
Intercept	0.867162
Correlation Coefficient	0.999841
BET C	165.450628
Surface Area	8.738305 sq m
Specific Surface Area	24.273068 sq m/g

Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617d.dat

User ID	=	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA D	Sample Cell Number	= 2
Sample Weight	= 0.3600 g	Sample Volume	= 0.3600 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	User	Po	= 751.19 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	= Fri Oct 13 11:00:37 2006	Analysis End Time	= Fri Oct 13 12:05:10 2006

Multi BET (Adsorption)



Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.06
File Name: c:\7c.dat

Cell ID		User Setup	5
Sample ID	612 P.S.A. 7	Sample Cell Number	2
Sample Weight	0.5690 g	Sample Volume	0.3600 cc
Sample Density	1.580 g/cc		
Po Type	Free	Po	751.79 mm Hg
Adsorbate	N2	Bath Temperature	77.40 deg K
Adsorption Tolerance	0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	60 sec	Desorption Equil Time	0 sec
Adsorption Dwell Time	180 sec	Desorption Dwell Time	0 sec
Analysis Start Time	Fri Oct 13 11:06:37 2006	Analysis End Time	Fri Oct 13 12:05:10 2006

B.J.H. (Adsorption)

Pore Radius (Angs)	Cumulative Pore Area (sq m/g e-03)	Cumulative Pore Volume (cc/g e-03)
713.193496	10955.120721	14.264299
271.076608	10937.991889	13.653491
106.275787	10864.301490	13.013102
77.283625	10736.352814	12.331210
60.677299	10570.809581	11.692521
49.935049	10367.081764	11.081211
42.968236	10215.774802	10.813165
37.471780	9972.567135	10.398061
32.937703	9560.725287	9.536626
29.083748	9019.169020	8.644745
26.232179	8310.051847	7.616499
24.277420	7877.575503	7.049259
22.141319	7241.436061	6.277081
20.282880	6643.468138	5.287392
18.726882	5323.179799	4.248618
17.316211	4438.739633	3.420478
16.057300	3869.498013	2.581291
14.907734	2373.509424	1.701367
13.863345	1273.747222	0.881646

Total Pore Volume is 20.350642 e-03 cc/g for all pores less than 1173.552308 Angstrom.

Average pore radius is 16.945602 Angstrom.

Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.03
File Name: 617d.dat

User ID:		User Setup:	5
Sample ID:	617 PKA -3	Sample Cell Number:	2
Sample Weight:	0.3620 g	Sample Volume:	0.3509 cc
Sample Density:	1.0320 g/cc		
Gas Type:	User	Pa:	751.29 mm Hg
Adsorbate:	N2	Bath Temperature:	77.40 deg K
Adsorption Tolerance:	0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance:	0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time:	60 sec	Desorption Equil Time:	0 sec
Adsorption Dwell Time:	180 sec	Desorption Dwell Time:	0 sec
Analysis Start Time:	Fri Oct 13 11:30:37 2006	Analysis End Time:	Fri Oct 13 12:05:10 2006

DVR (Adsorption)

Pore Radius (Ang.)	Pore Area (sq. m/A/g e-03)	Pore Volume (cc/A/g e-03)
713.192496	0.017470	0.000623
171.026608	0.253929	0.000562
136.275787	3.379536	0.017958
72.283425	8.225959	0.031787
60.677299	0.281821	0.000864
49.055049	34.845914	0.085468
41.968236	59.917984	0.125733
37.471780	82.751779	0.155043
32.977763	132.538035	0.217929
29.030748	187.578657	0.271924
26.232179	246.318763	0.323074
24.277420	295.357373	0.358526
22.141319	421.958377	0.467134
20.282840	640.934175	0.648999
18.729882	586.252636	0.547062
17.316211	741.274376	0.641803
16.057306	935.562094	0.727044
14.907234	1309.089384	0.752137
13.843345	1227.210329	0.849435

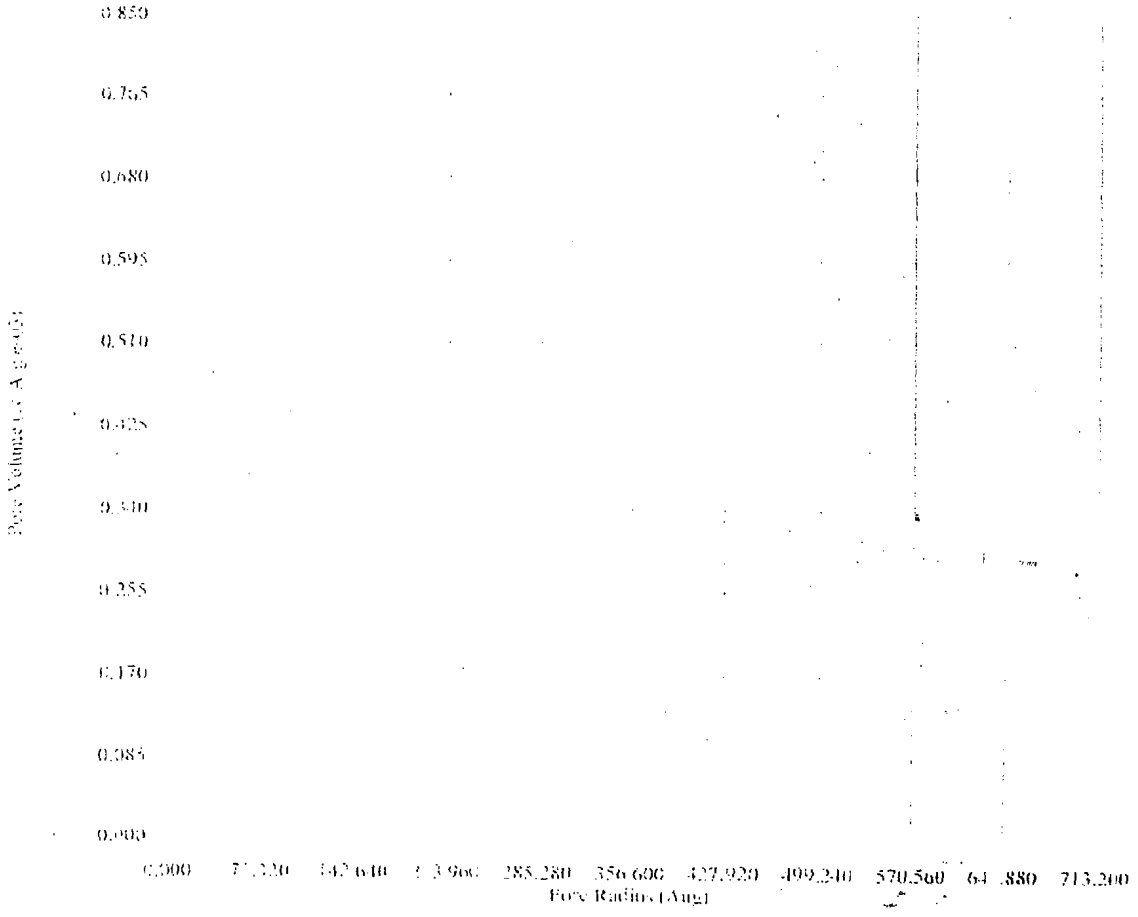
Cum. Pore Volume is 20.500452 e-03 cc g for all pores less than 1173.352108 Angstrom.

Average pore radius is 16.945902 Angstrom.

Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617d.dat

User ID		User Setup	5
Sample ID	617PORA D	Sample Cell Number	2
Sample Weight	0.3600 g	Sample Volume	0.3600 cc
Sample Density	1.0000 g/cc		
Po Type	User	Po	751.19 mm Hg
Adsorbate	N2	Bath Temperature	77.40 deg K
Adsorption Tolerance	0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	60 sec	Desorption Equil Time	0 sec
Adsorption Dwell Time	180 sec	Desorption Dwell Time	0 sec
Analysis Start Time	Fri Oct 13 11:03:37 2006	Analysis End Time	Fri Oct 13 12:05:10 2006

DVR (Adsorption)



Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name: 6172.dat

User ID		User Notes	5
Sample ID	6172 KA 10	Sample Cell Number	2
Sample Weight	0.3600 g	Sample Volume	0.3600 cc
Sample Density	1.0000 g/cc		
Fo Type	User	Po	751.19 mm Hg
Adsorbate	N2	Bath Temperature	77.40 deg K
Adsorption Tolerance	0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	60 sec	Desorption Equil Time	0 sec
Adsorption Dwell Time	180 sec	Desorption Dwell Time	0 sec
Analysis Start Time	Fri Oct 13 11:00:37 2006	Analysis End Time	Fri Oct 13 12:05:10 2006

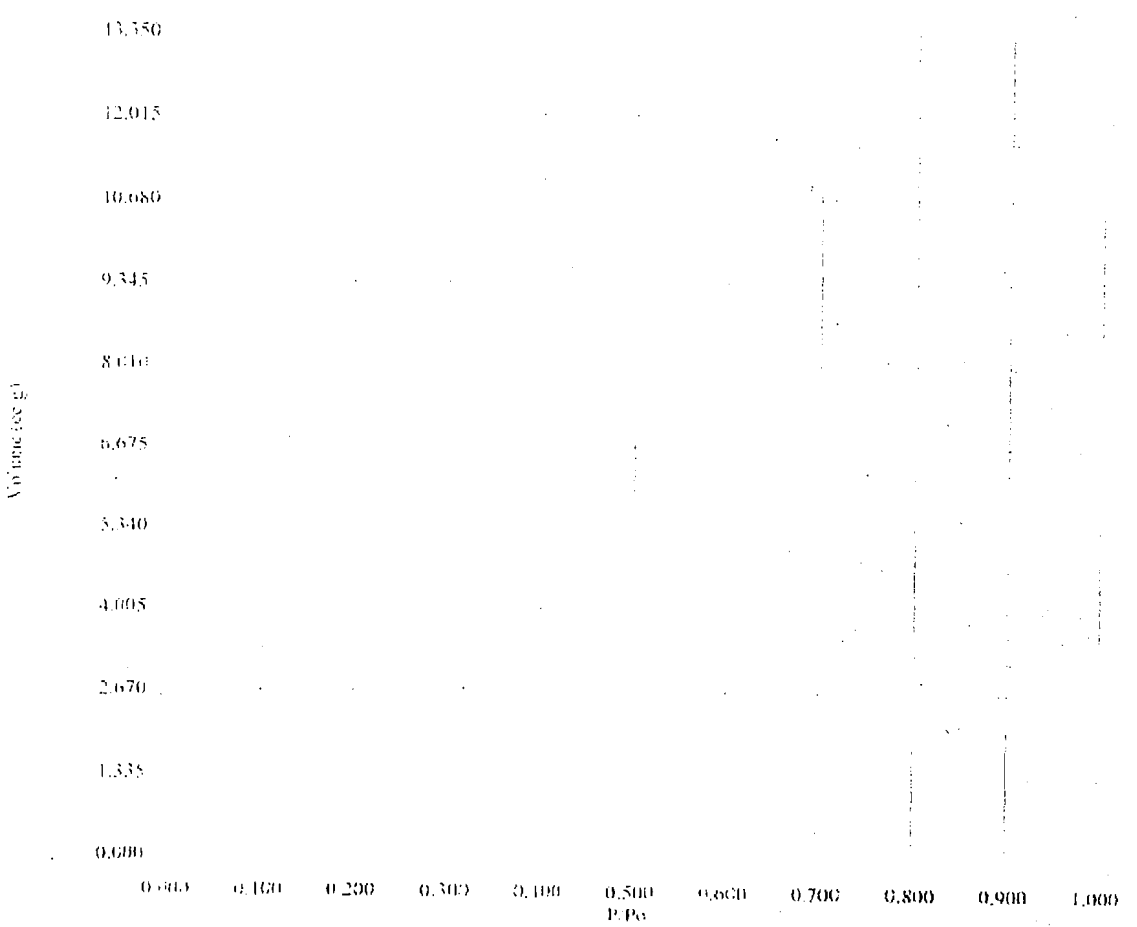
ISOTHERM (Adsorption)

P/Po	Volume (cc/g)
0.041766	4.974948
0.074669	5.670388
0.143106	6.350013
0.197676	6.827284
0.248808	7.230028
0.288786	7.555113
0.326344	7.846831
0.362874	8.113523
0.400053	8.406539
0.436179	8.692936
0.471271	8.984740
0.506678	9.338205
0.553563	9.693458
0.586238	9.982549
0.611683	10.198342
0.657065	10.600073
0.697090	10.958914
0.733272	11.281526
0.759131	11.497586
0.805022	11.883674
0.843863	11.967478
0.880821	12.226884
0.917852	12.582053
0.954694	12.937724
0.991889	13.314697

Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617d.dat

User ID		User Setup	= 5
Sample ID	= 617 PKA D	Sample Cell Number	2
Sample Weight	= 0.3500 g	Sample Volume	0.3500 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Gas Type	User	Po	751.19 mm Hg
Adsorbate	N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	0 sec
Analysis Start Time	= Fri Oct 13 11:00:37 2000	Analysis End Time	= Fri Oct 13 12:05:10 2000

ISOTHERM (Adsorption)



LAMPIRAN B



Perhiturgan Amonium Dengan Methode SNI M – 48 – 1990 – 03

SNI

Standar Nasional Indonesia

SNI 06-6989.20-2004

Air dan air limbah – Bagian 20 : Cara uji sulfat, SO_4^{2-} secara turbidimetri

ICS 13.060.50

Badan Standardisasi Nasional

BSN

Daftar isi

Daftar isi i
Prakata ii
1 Ruang lingkup 1
2 Istilah dan definisi 1
3 Cara uji 1
3.1 Prinsip 1
3.2 Bahan 1
3.3 Peralatan 2
3.4 Persiapan dan pengawetan contoh uji 2
3.5 Persiapan pengujian 2
3.6 Prosedur 3
3.7 Perhitungan 3
4 Rekomendasi 3
Lampiran A Pelaporan 4
Bibliografi 5

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 Standard Methods . Metode ini telah melalui uji coba di laboratorium dalam rangka validasi dan verifikasi metode serta dikonsensuskan oleh Subpanitia Teknis Kualitas Air, Panitia Teknis 207S, Bidang 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 31 Januari 2004 di Serpong, Tangerang – Banten.

Metode ini berjudul *Air dan air limbah – Bagian 20: Cara uji sulfat, SO_4^{2-} secara turbidimetri* yang merupakan revisi dari SNI 06-2426-1991 dengan judul *Metode pengujian sulfat dalam air dengan alat spektrofotometer.*

Air dan air limbah – Bagian 20 : **Cara uji sulfat, SO_4^{2-} secara turbidimetri**

1 Ruang lingkup

Metode ini digunakan untuk penentuan sulfat, SO_4^{2-} dalam air dan air limbah secara turbidimetri pada kisaran 1 mg/L sampai dengan 40 mg/L. pada panjang gelombang 420 nm.

2 Istilah dan definisi

2.1
larutan blanko atau air suling bebas sulfat
air suling yang tidak mengandung sulfat atau mengandung sulfat dengan kadar lebih rendah dari batas deteksi

2.2
kertas saring bebas sulfat
kertas saring yang bahan bakunya tidak mengandung sulfat

2.3
kurva kalibrasi
grafik yang menyatakan hubungan kadar larutan standar dengan hasil pembacaan absorbansi yang merupakan garis lurus

2.4
blind sample
larutan baku dengan kadar tertentu

2.5
spike matriks
contoh uji yang diperkaya dengan larutan baku dengan kadar tertentu

2.6
***Certified Reference Material* (CRM)**
bahan standar bersertifikat yang tertelusur ke sistem nasional atau international

3 Cara uji

3.1 Prinsip

Ion sulfat bereaksi dengan barium klorida dalam suasana asam akan membentuk suspensi barium sulfat dengan membentuk kristal barium sulfat yang sama besarnya diukur dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 420 nm.

Reaksi: $SO_4^{2-} + BaCl_2 \longrightarrow BaSO_4 + 2Cl^-$

3.2 Bahan

a) air suling bebas sulfat;
b) kertas saring bebas sulfat;
c) Barium klorida, $BaCl_2.2H_2O$;

d) Natrium sulfat anhidrat, Na_2SO_4;

e) larutan buffer A :
larutkan 30 g magnesium klorida heksahidrat, $MgCl_2.6H_2O$, 5 g natrium asetat trihidrat, $CH_3COONa.3H_2O$, 1 g kalium nitrat, KNO_3 dan 20 mL asam asetat, CH_3COOH (99%) dalam 500 mL air suling bebas sulfat dan tepatkan sampai 1000 mL;

f) larutan buffer B :
larutan buffer b (diperlukan bila konsentrasi sulfat, SO_4^{2-} kurang dari 10 mg/L);
larutkan 30 g magnesium klorida heksahidrat, $MgCl_2.6H_2O$, 5 g natrium asetat trihidrat, $CH_3COONa.3H_2O$, 1 g kalium nitrat, KNO_3, 0,111 g natrium sulfat, Na_2SO_4 dan 20 mL asam asetat, CH_3COOH (99%) dalam 500 mL air suling bebas sulfat dan tepatkan sampai 1000 mL.

3.3 Peralatan

a) spektrofotometer yang dapat digunakan pada panjang gelombang 420 nm;
b) labu ukur 50 mL, 200 mL dan 1000 mL;
c) pipet ukur 5 mL, 10 mL, 20 mL, 25 mL dan 50 mL;
d) erlenmeyer 100 mL dan 250 mL;
e) oven;
f) desikator; dan
g) timbangan analitik.

3.4 Persiapan dan pengawetan contoh uji

a) Saring contoh uji dengan kertas saring bebas sulfat.

b) Apabila tidak dapat segera dianalisa maka contoh uji disimpan pada suhu 4^0C dengan waktu simpan tidak lebih 28 hari.

3.5 Persiapan pengujian

3.5.1 Pembuatan larutan induk sulfat, SO_4^{2-} 100 mg/L

a) Keringkan serbuk Na_2SO_4 anhidrat dalam oven pada suhu 105^0C selama 24 jam kemudian dinginkan dalam desikator.
b) Timbang 1,479 g Na_2SO_4 anhidrat dan larutkan dengan air suling bebas sulfat dalam labu ukur 1000 mL.
c) Tepatkan sampai tanda tera dan kocok sampai homogen.

3.5.2 Pembuatan larutan kerja sulfat, SO_4^{2-}

a) Pipet 0 mL; 10 mL; 20 mL dan 30 mL larutan baku sulfat 100 mg/L, masukkan ke dalam labu ukur 100 mL.

b) Tambahkan air suling bebas sulfat sampai tanda tera sehingg diperoleh konsentrasi sulfat: 0,0 mg/L; 10,0 mg/L; 20,0 mg/L dan 30,0 mg/L.

3.5.3 Pembuatan kurva kalibrasi

a) Optimalkan spektrofotometer sesuai petunjuk alat untuk pengujian kadar sulfat.
b) Pindahkan masing-masing 50 mL larutan kerja sulfat ke dalam erlenmeyer 250 mL.

c) Tambahkan 20 mL larutan buffer dan homogenkan dengan cara di aduk menggunakan pengaduk magnet pada kecepatan tetap selama (60 ± 2) detik, sambil di aduk tambahkan 0,2 g sampai dengan 0,3 g barium klorida, $BaCl_2$.

d) Lakukan pengukuran dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 420 nm setelah (5 ± 0,5) menit penambahan barium klorida.

e) Buat kurva kalibrasi untuk mendapatkan persamaan garis regresi.

3.6 Prosedur

a) Gunakan 100,0 mL contoh uji, masukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL.

b) Lakukan analisis pada langkah 3.5.3 butir b) sampai dengan d).

c) Lakukan analisis duplo / triplo.

d) Buat *spike matrix* dengan cara sebagai berikut:

- ambil 50 mL contoh uji, di tambah 20 mL larutan baku sulfat 1,0 mg/mL dan encerkan dengan air suling hingga volumenya 100,0 mL, masukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL;
- lakukan langkah 3.6 a) sampai dengan 3.6 b).

3.7 Perhitungan

Konsentrasi sulfat (mg/L) = C x f

dengan pengertian:

C adalah konsentrasi contoh uji hasil pengukuran;

f adalah faktor pengenceran.

4 Rekomendasi

Untuk kontrol akurasi lakukan salah satu cara sebagai berikut:

a) Analisis CRM

Lakukan analisis *Certified Reference Material* (CRM) untuk kontrol akurasi.

b) Analisis *blind sample*.

c) Kisaran persen temu balik adalah 85% sampai dengan 115% atau sesuai dengan kriteria dalam sertifikat CRM.

d) Untuk kontrol gangguan matriks lakukan analisis *spike matrix*. Kisaran persen temu balik adalah 85% sampai dengan 115%.

e) Buat kartu kendali *(control chart)* untuk akurasi analisis.

Lampiran A

(normatif)

Pelaporan

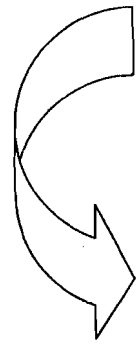
Catat pada buku kerja hal-hal sebagai berikut:

1) Parameter yang dianalisis.
2) Nama analis dan tanda tangan.
3) Tanggal analisis.
4) Rekaman hasil pengukuran duplo, triplo dan seterusnya.
5) Rekaman kurva kalibrasi atau kromatografi.
6) Nomor contoh uji.
7) Tanggal penerimaan contoh uji.
8) Batas deteksi.
9) Rekaman hasil perhitungan.
10) Hasil pengukuran persen *spike matrix* atau CRM atau *blind sample* (bila dilakukan).
11) Kadar sulfat, SO_4^{2-} dalam contoh uji.

Bibliografi

Standard Methods, 4500, 20th edition, 1998, Standard Methods for the examination of water and wastewater.

LAMPIRAN C



Sulfat Dengan Methode SNI 06-6989.20-2004

STANDAR

SK SNI M-48-1990-03

39

METODE PENGUJIAN KADAR AMONIUM DALAM AIR DENGAN ALAT SPEKTROFOTOMETER SERAPAN NESSLER

DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM

DAFTAR ISI

Halaman

I DESKRIPSI 1

1.1 Maksud dan Tujuan 1
1.1.1 Maksud 1
1.1.2 Tujuan 1

1.2 Ruang Lingkup 1

1.3 Pengertian 1

II CARA PELAKSANAAN 2

2.1 Peralatan dan Bahan Penunjang Uji 2
2.1.1 Peralatan 2
2.1.2 Bahan Penunjang Uji 2

2.2 Persiapan Benda Uji 2

2.3 Persiapan Pengujian 3
2.3.1 Pembuatan Larutan Induk Amonium, NH_4N 3
2.3.2 Pembuatan Larutan Baku Amonium, NH_4N 3
2.3.3 Pembuatan Kurva Kalibrasi 3

2.4 Cara Uji 4

2.5 Perhitungan 4

2.6 Pelaporan 4

I. DESKRIPSI

1.1 Maksud dan Tujuan

1.1.1 Maksud

Metode pengujian ini dimaksudkan sebagai pegangan dalam pelaksanaan pengujian kadar amonium, NH_4 dalam air.

1.1.2 Tujuan

Tujuan metode pengujian ini untuk memperoleh kadar amonium dalam air.

1.2 Ruang Lingkup

Lingkup pengujian meliputi:

1) cara pengujian kadar amonium yang terdapat dalam air antara 0,02-5,00 mg/L NH_4-N;
2) penggunaan metode Nessler dengan alat spektrofotometer pada kisaran panjang gelombang 400-500 nm.

1.3 Pengertian

Beberapa pengertian yang berkaitan dengan metode pengujian ini:

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

II. CARA PELAKSANAAN

2.1 Peralatan dan Bahan Penunjang Uji

2.1.1 Peralatan

Peralatan yang digunakan terdiri atas:

1) spektrofotometer sinar tunggal atau sinar ganda yang mempunyai kisaran panjang gelombang 190-900 nm dan lebar celah 0,2-2,0 nm, serta telah dikalibrasi pada saat digunakan;
2) pH meter yang mempunyai kisaran pH 0-14, dengan ketelitian 0,1 dan telah dikalibrasi pada saat digunakan;
3) alat penyuling yang terbuat dari gelas borosilikat dengan kapasitas labu 500 mL dan dilengkapi dengan alat pengatur suhu;
4) pipet mikro 100, 250, 500 dan 1000 μL;
5) labu ukur 500 dan 1000 mL;
6) gelas ukur 100 mL;
7) pipet ukur 10 mL;
8) labu erlenmeyer 100 dan 250 mL;
9) gelas piala 100 mL.

2.1.2 Bahan Penunjang Uji

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

1) amonium klorida, NH_4Cl;
2) larutan Nessler;
3) larutan penyangga borat;
4) larutan natrium hidroksida, NaOH, 6N;
5) larutan asam sulfat, H_2SO_4, 1N;
6) larutan asam borat, 2%;
7) kertas lakmus yang mempunyai kisaran pH 0-14.

2.2 Persiapan Benda Uji

Siapkan benda uji dengan tahapan sebagai berikut:

1) sediakan contoh uji yang telah diambil sesuai dengan Metode Pengambilan Contoh Uji Kualitas Air SK SNI M-02- 1989-F;

Dilarang menyalin atau menggandakan sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Badan Litbang PU Departemen

2) ukur 300 mL contoh uji secara duplo dan masukkan ke dalam labu penyuling 500 mL;
3) tambahkan 25 mL larutan penyangga borat serta beberapa butir batu didih;
4) tepatkan pH menjadi 9,5 dengan penambahan larutan natrium hidroksida 6N, menggunakan alat pH meter;
5) hidupkan alat penyuling dan atur kecepatan penyulingan 6-10 mL/menit;
6) tampung air sulingan ke dalam labu erlenmeyer 250 mL yang telah diisi 30 mL larutan asam borat sebanyak 120 mL atau sampai tidak mengandung amonia yang dapat diketahui dengan kertas lakmus;
7) encerkan menjadi 300 mL dengan penambahan air suling;
8) benda uji siap diuji.

2.3 Persiapan Pengujian

2.3.1 Pembuatan Larutan Induk Amonium, NH_4-N

Buat larutan induk 1000 mg/L NH_4-N dengan tahapan sebagai berikut:

1) larutkan 3,819 g amonium klorida, NH_4Cl, yang telah dikeringkan pada suhu 100 ^{0}C selama 2 jam dengan 100 mL air suling di dalam labu ukur 1000 mL;
2) tambahkan air suling sampai tepat pada tanda tera.

2.3.2 Pembuatan Larutan Baku Amonium, NH_4-N

Buat larutan baku amonium dengan tahapan sebagai berikut:

1) pipet 0, 250, 500, 1000 dan 2500 µL larutan induk amonium dan masukkan masing-masing ke dalam labu ukur 500 mL;
2) tambahkan air suling sampai tepat pada tanda tera sehingga diperoleh kadar amonium-N sebesar 0,0; 0,5; 1,0; 2,5 dan 5,0 mg/L NH_4-N.

2.3.3 Pembuatan Kurva Kalibrasi

Buat kurva kalibrasi dengan tahapan sebagai berikut:

1) optimalkan alat spektrofotometer sesuai petunjuk penggunaan alat untuk pengujian kadar amonium;
2) ukur 50 mL larutan baku secara duplo dan masukkan ke dalam labu erlenmeyer 100 mL;
3) tambahkan 1 mL larutan Nessler, kocok dan biarkan proses reaksi berlangsung paling sedikit selama 10 menit;

4) masukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer baca dan catat serapan-masuknya;
5) apabila perbedaan hasil pengukuran secara duplo lebih besar dari 2%, periksa keadaan alat dan ulangi tahapan 2) sampai dengan 4), apabila perbedaannya lebih kecil atau sama dengan 2%, rata-ratakan hasilnya;
6) buat kurva kalibrasi berdasarkan data tahap 4) di atas atau tentukan persamaan garis lurusnya.

2.4 Cara Uji

Uji kadar amonium-N dengan tahapan sebagai berikut:

1) ukur 50 mL benda uji dan masukkan ke dalam labu erlenmeyer 100 mL;
2) tambahkan 1 mL larutan Nessler, kocok dan biarkan proses reaksi berlangsung paling sedikit selama 10 menit;
3) masukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer, baca dan catat serapan-masuknya.

2.5 Perhitungan

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

1) selisih kadar maksimum yang diperbolehkan antara dua pengukuran duplo adalah 2%, rata-ratakan hasilnya;
2) apabila hasil perhitungan kadar amonium-N lebih besar dari 5,00 mg/L, ulangi pengujian dengan cara mengencerkan benda uji.

2.6 Laporan

Catat pada formulir kerja hal-hal sebagai berikut:

1) parameter yang diperiksa;
2) nama pemeriksa;
3) tanggal pemeriksaan;
4) nomor laboratorium;
5) data kurva kalibrasi;
6) nomor contoh uji;
7) lokasi pengambilan contoh uji;
8) waktu pengambilan contoh uji;

9) pembacaan serapan masuk pertama dan kedua;
10) kadar dalam benda uji.

LAMPIRAN D



Hasil Analisa Amonium dan Sulfat Dari BPKL

PEMERINTAH PROPINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
DINAS PERMUKIMAN DAN PRASARANA WILAYAH
BALAI PENGUJIAN KONSTRUKSI DAN LINGKUNGAN (BPKL)
Jalan Ring Road Utara Maguwoharjo Depok Sleman Yogyakarta Telp./Fax. (0274) 489622

HASIL ANALISA AIR

Asal contoh : Sy.Mustika Sari
Mhs.UII Yogyakarta.

Tgl.Terima : 25 September 2006

NO.	Sample	Konsentrasi SO_4 (mg/L)		Konsentrasi NH_4 (mg/L)	
		Absorban	Konsentrasi	Absorbam	Konsentrasi
1.	A	0,525	61,7	0,586	1,1722
2.	B	0,704	82,8	0,576	1,1277
3.	C	0,723	85,0	0,784	2,1259
4.	D	0,873	102,5	0,667	1,5612
5.	E	0,642	75,4	0,709	1,7633
6.	F	0,712	83,7	0,634	1,4036
7.	G	0,577	67,8	0,691	1,6783
8.	H	0,549	64,5	0,574	1,1160
9.	I	0,549	64,5	0,699	1,7158
10.	J	0,595	69,9	0,597	1,2278
11.	K	0,679	79,5	0,742	1,9244
12.	L	0,601	70,6	0,588	1,1853
13.	2	0,639	75,1	0,614	1,3087
14.	3	0,615	72,3	0,739	1,9074
15.	4	0,592	69,6	0,712	1,7791
16.	5	0,588	69,1	0,639	1,4299
17.	6	0,648	76,2	0,625	1,3591
18.	7	0,504	59,2	0,601	1,2460
19.	8	0,552	64,8	0,598	1,2325
20.	9	0,737	86,5	0,683	1,6391
21.	10	0,632	74,3	0,618	1,3263
22.	11	0,603	70,9	0,645	1,4569

Keterangam :
Hasil tersebut diatas masih harus dikalikan faktor pengenceran 250 kali .

Mengetahui,
Kepala BPKL Diskimpraswil.

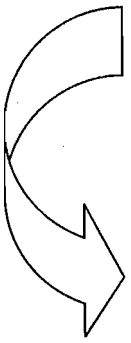
ttd

Ir.HERI SISWANTO
NIP.110040934

Yogyakarta, September 2006
Penyelia Pengujian Mutu Air ,

WAHYU HIDAYAT,BSc
NIP.110021897

LAMPIRAN E



Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001

Badan Air → Peraturan Pemerintah No. 82 Th. 2001

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Badan Air Kelas I *)	Teknik Pengujian
	FISIKA			
1	Temperatur	°C	-	Temperatur
2	Zat padat terlarut	mg/l	1000	Gravimetri
3	Zat padat Tersuspensi	mg/l	50	Gravimetri
	KIMIA ANORGANIK			
4	pH	-	6 - 9	pH meter
5	BOD	mg/l	2	Titrimetri/winkler
6	COD	mg/l	10	Reflux kalium dikromat
7	DO	mg/l	6	DO meter
8	Total Fosfat	mg/l	0.2	Spektrofotometri
9	NO_3-N	mg/l	10	Spektrofotometri (Brusin)
10	NH_3-N	mg/l	0.5	Spektrometri (Nesler)
11	Arsen (As)	mg/l	0.05	-
12	Kobalt (Co)	mg/l	0.2	AAS
13	Barium (Ba)	mg/l	1	-
14	Boron (B)	mg/l	1	-
15	Selenium (Se)	mg/l	0.01	AAS
16	Kadmium (Cd)	mg/l	0.01	AAS
17	Khrom (VI)	mg/l	0.05	AAS
18	Tembaga (Cu)	mg/l	0.02	AAS
19	Besi (Fe)	mg/l	0.3	AAS
20	Timbal (Pb)	mg/l	0.03	AAS
21	Mangan (Mn)	mg/l	0.1	AAS
22	Air Raksa (Hg)	mg/l	0.001	AAS
23	Seng (Zn)	mg/l	0.05	AAS
24	Khlorida (Cl^-)	mg/l	600	Titrimetri
25	Sianida (CN)	mg/l	0.02	Destilasi
26	Flourida (F)	mg/l	0.5	Spektrofoto netri
27	Nitrit (NO2)	mg/l	0.06	Spektrofoto netri (NED)
28	Sulfat (SO4)	mg/l	400	Spektrofoto netri
29	Khlorin Bebas (Cl_2)	mg/l	0.03	Titrimetri
30	Belerang sebagai H_2S	mg/l	0.002	Spektrofotometri
	KIMIA ORGANIK			
31	Minyak dan Lemak	mg/l	1000	Ekstraksi/gravimetri
32	Detergen sebagai MBAS	mg/l	200	Spektrofotometri

33	Fenol	mg/l	1	Titrimetri
	MIKROBIOLOGI			
34	Fecal Coliform	Jumlah per 100 ml	100	MPN
35	Total Coliform	Jumlah per 100 ml	1000	MPN

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	NAMA	NO MHS	PRODI
1	Sy Mustika Sari	02513055	Teknik Lingkungan
2			

JUDUL TUGAS AKHIR : Penurunan Konsentrasi NH_4 dan SO_4 Pada Air limbah Laboratorium dengan Menggunakan Membran Keramik

PERIODE : I
TAHUN : Genap 2005/2006

No	Kegiatan	Bulan Ke											
		Mei		Juni		Juli		Agt		Sep		Nov	
1	Pendaftaran												
2	Penentuan Dosen pembimbing												
3	Pembuatan Proposal												
4	Seminar proposal												
5	Konsultasi Penyusunan TA												
6	Sidang												
7	Pendadaran												

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



Yogyakarta, 5 Oktober 2006
Koordinator TA

(Eko Siswoyo, ST)