

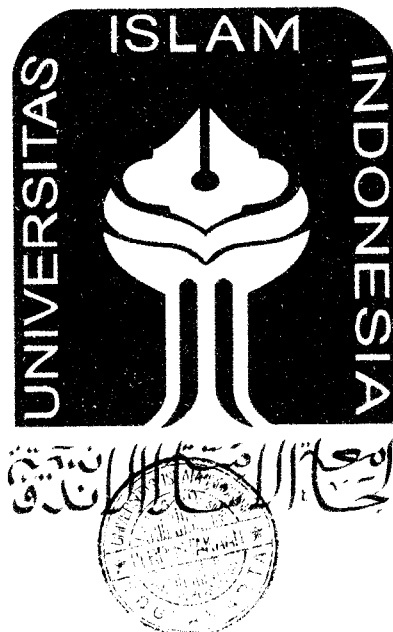
No : TA/TL/2006/0128

PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HADIAH/BELI	
TGL. TERIMA :	26 April 2007
NO. JUDUL :	002399
NO. INV. :	572000 2399001
NO. INDIK. :	

**TUGAS AKHIR**

**PENURUNAN KADAR *ESCHERICHIA COLI* DAN *TOTAL DISSOLVED SOLID* (TDS) PADA LIMBAH DOMESTIK DENGAN MENGGUNAKAN MEMBRAN KERAMIK**

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia untuk memenuhi persyaratan guna memperoleh derajat Sarjana Strata – 1 Teknik Lingkungan

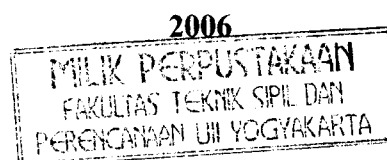


Disusun oleh :

Nama : Nazula Nutayla

No. Mahasiswa : 02513110

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



## LEMBAR PENGESAHAN


### TUGAS AKHIR

#### **PENURUNAN KADAR *ESCHERICHIA COLI* DAN *TOTAL DISSOLVED SOLID (TDS)* PADA LIMBAH DOMESTIK DENGAN MENGGUNAKAN MEMBRAN KERAMIK**

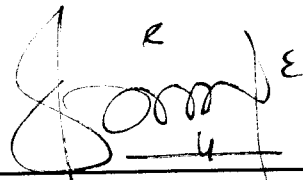
Nama : Nazula Nutayla  
NIM : 02 513 110  
Program Studi : Teknik Lingkungan

Telah diperiksa & disetujui oleh:

**Dosen Pembimbing I**  
Ir. H. Kasam, MT

  
Tanggal: 14-11-06

**Dosen Pembimbing II**  
Eko Siswoyo, ST

  
Tanggal: 14-11-06

# PENURUNAN KONSENTRASI BAKTERI *ESCHERICHIA COLI* DAN *TOTAL DISSOLVED SOLID (TDS)* PADA LIMBAH DOMESTIK DENGAN MENGGUNAKAN MEMBRAN KERAMIK

Kasam <sup>1)</sup>, Eko Siswoyo <sup>2)</sup>, Nazula Nutayla <sup>3)</sup>

## ABSTRAKSI

Saat ini pengolahan limbah domestik belum tertangani dengan baik karena sistem pengolahannya yang membutuhkan biaya yang cukup tinggi. Teknologi *Membran Keramik* merupakan salah satu alternatif pengolahan limbah domestik yang mudah, murah dan efisien. Prinsip dasar *Membran Keramik* adalah mengalirkan air limbah ke dalam *membran keramik* dimana terjadi proses filtrasi dan adsorpsi didalamnya yang pada akhirnya akan menghasilkan effluent melalui pori-pori pada dinding *membran keramik*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penurunan konsentrasi bakteri *Escherichia Coli* dan TDS dalam limbah domestik dengan reaktor *membran keramik*.

Pada penelitian ini menggunakan *Membran Keramik* dengan komposisi tanah lempung, pasir kuarsa dan serbuk gergaji. Adapun dimensi reaktor adalah diameter atas 5 cm dan diameter bawah 9 cm dengan tinggi 12,5 cm. *Membran keramik* yang digunakan pada penelitian ini dibagi berdasarkan komposisi serbuk gergaji menjadi 3 jenis, yaitu : *membran keramik* dengan komposisi serbuk gergaji 5 %, 7,5 % dan 10 %. Dimana pada prosesnya limbah domestik dari tempat penampungan (inlet) dengan bantuan pompa dengan  $Q = 1000$  L/jam akan mengalir melalui pipa menuju membran keramik. Air limbah yang mengalir kedalam membran keramik tersebut akan merembes melewati pori-pori dinding keramik, kemudian ditampung dan dialirkan ke pipa outlet. Pengambilan sampel dilakukan per 30 menit selama 3 jam pada inlet dan outletnya dengan menggunakan metode analisa Standard Methods for Examination of Water & Wastewater, 18<sup>th</sup>, 1992 untuk pengujian *Escherichia Coli* dan untuk TDS menggunakan metode pengujian SNI M-03-1989-F.

Dari penelitian ini didapat bahwa reaktor membran keramik dapat menurunkan parameter *E. Coli* dan TDS. Dimana efisiensi penurunan dari *E. Coli* pada membran keramik 7,5 % sebesar 98,9463 % dan pada membran keramik 10 % sebesar 92,6765 %. Sedangkan untuk parameter TDS pada membran keramik 7,5 % efisiensi penurunannya sebesar 70,7143 % dan pada membran keramik 10 % sebesar 49,6599 %.

Kata kunci : *Membran Keramik*, limbah domestik, *Escherichia Coli*, TDS, efisiensi.

---

1) Staf Pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan-Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta  
2) Staf Pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan-Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta  
3) Mahasiswa Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan-Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta

## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alakum Wr. Wb.*

Segala puji bagi Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“PENURUNAN KADAR *ESCHERICHIA COLI* DAN *TOTAL DISSOLVED SOLID* (TDS) PADA LIMBAH DOMESTIK DENGAN MENGGUNAKAN MEMBRAN KERAMIK”**.

Tugas akhir ini adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana jurusan Teknik Lingkungan pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan – Universitas Islam Indonesia.

Dalam rangka penyusunan tugas akhir ini, tak lepas dari bantuan berbagai pihak baik yang berupa material maupun spiritual. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak **Luqman Hakim, ST. Msi** selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan.
2. Bapak **Eko Siswoyo, ST** selaku Sekertaris Jurusan Teknik Lingkungan dan juga selaku Dosen Pembimbing II yang banyak memberi masukan dalam penyusunan tugas akhir ini dan memotivasi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak **Ir. H. Kasam, MT** selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberi penulis banyak masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Buat **papa 'n mama** makasih banyak atas doanya sehingga penulis dapat menyelesaikan TA dengan lancar.
5. **Membran Keramik Team**, Akbar, ST (makasih atas masukannya), Phyan, Thio, The\_unk, Rina, Tia, Encur, Maz Anton.....makasih banyak buat kekompakkannya seneng kita bisa berjuang bersama-sama...'n buat **new membran keramik team**, Tika, Heru n Eni yang semangat ya.....bikin penelitian kita lebih bagus lagi.

6. **Mas Iwan**, Labornya Teknik Lingkungan. Makasih banyak yah mas atas bantuannya selama ngeLab, maaf dah bikin mas pusing mulu, pokonya mas ok banget deh .....
7. **Maz Pur** makasih banyak ya dah ngebikinin keramiknya maaf ga bisa jengukin pas gempa.
8. **Maz Agus** maaf klo sering bikin repot mas di jurusan thanx a lot buat bantuannya selama di Teknik Lingkungan.
9. **Enviro Bersaudara (EB)** Tia (bu komandan EB), Tio, The\_unk, Nefa, Nelly, Lia, Rina, Rani, Rintis, Bona, Unhy, Bani, Kece, Tutik, Nisa, Desi, Novi makasih banyak buat kebersamaannya selama ini apalagi di saat-saat terakhir status kita sebagai mahasiswa hikss.....klo dah pada PulKam jangan lost contact ya.... i will miss all of u kapan neh kita party lagi.
10. Buat sahabatku **Lia** (temen di kampus plus temen koz ku makasih ya dah ngebantuin aku selama kuliah ini u'r my best friend n makasih juga dah mo dengerin keluh kesahku thx coz u always in my side when i need u maaf klo aku kadang ga pernah ada saat kamu lagi butuh), **Ari** (thx ya atas persahabatan selama ini n makasih banyak dah mo nemenin aku ujian Toefl he.....kapan neh kita jalan-jalan lagi ke Solo), **Heru** (makasih ya dah ngasih masukan-masukan always support aku pas lagi down thx 4 everything kapan neh aku diajarin maen tenis) n 4 my best fiend in my life **Erita, SE** (i miss u.....akhirnya aku nyusul kamu juga jadi sarjana makasih banyak ya meskipun kita jauh tapi u always support n dengerin keluh kesah ku). Tiada sesuatu yang paling indah di dunia ini kecuali sahabat-sahabat ku yang selalu ada di sisiku menemani hari-hari ku.....
11. **Anak-anak TL 2002**.....yang dah pada lulus klo ada lowongan kerja bagi-bagi donk....'n yang masih berjuang ngraih gelar STnya jangan patah semangat ya.....i'll be missing u all.....
12. Buat anak-anak **Zahroh kost**, Lia (makasih dah mo nemenin aku klo pas lagi takut or lagi lemburan), Mbak Arsih (makasih dah ngebimbing aku nyusun laporan makasih banyak buat masukan-masukannya meskipun mbak dah pulang keep contact ya hiks.....), jarwo (thx banget ya dah mo

jemputin aku selama nglab sorry banget dah sering ngrepotin), Yudha (makasih banyak ya buat tumpangnya klo aku lagi suntuk palagi buat cemilannya he..... pokoke thx buangeet deh), Rizza (thx atas pinjaman komptr na salam komptr ku eror), Yuyun (makacih dah mo nganterin aku ke mana-mana maaf ya sering ngrepotin) 'n Avri (anak yang unik tapi makasih banget km dah bikin koz jadi tambah rame neeh).

13. **Bapak n Ibu kost** yang dah memberikan doanya.....makasih.....
14. Hanung, Ega, Dimas, Dodo, Achonx, Andi, Mas Her makasih ya atas segala bantuannya.....maaf klo aku sering bikin rusuh di sana heee.....
15. Bwt yang selalu ada di sisiku “kakak” makasih banyak ya buat semuanya maaf buanget klo adek sering ngecewain kakak Luv u....
16. Semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penyusun menyadari bahwa skripsi ini mungkin masih banyak kekurangan yang disebabkan terbatasnya kemampuan dan pengetahuan dari penyusun. Untuk itu kritik dan saran yang membangun sangat penyusun harapkan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

*Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.*

Jogjakarta, Oktober 2006

Penyusun

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAM PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
MOTTO.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I      PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II     TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Air Limbah.....	7
2.1.1 Karakteristik Air Limbah.....	8
2.1.2 Sifat-Sifat Air Limbah.....	9
2.2 Sumber Air Limbah Domestik.....	10
2.2.1 Karakteristik Air Buangan Domestik.....	11
2.2.2 Komposisi Air Buangan Domestik.....	16
2.2.3 Dampak Air Buangan Domestik.....	16
2.3 Membran Keramik.....	17
2.3.1 Keramik.....	21
2.3.2 Bahan Baku Keramik.....	23

	2.3.3 Pembuatan Keramik.....	33
	2.4 Parameter yang Diteliti.....	38
	2.4.1 <i>Escherichia Coli</i> .....	39
	2.4.2 <i>Total Dissolved Solid (TDS)</i> .....	40
	2.5 Hipotesa.....	42
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN.....	43
	3.1 Jenis Penelitian.....	43
	3.2 Objek Penelitian.....	43
	3.3 Lokasi Penelitian.....	43
	3.4 Waktu Penelitian.....	43
	3.5 Metode Penelitian.....	44
	3.6 Parameter dan Variable Penelitian.....	45
	3.6.1 Parameter Penelitian.....	45
	3.6.2 Variabel Penelitian.....	45
	3.7 Tahapan Penelitian.....	45
	3.8 Cara Kerja.....	46
	3.8.1 Desain Reaktor.....	46
	3.8.2 Reaktor Membran Keramik.....	47
	3.9 Analisa Laboratorium.....	48
	3.10 Analisa Data.....	48
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	51
	4.1 Parameter <i>Escherichia Coli</i> .....	51
	4.1.1 Hasil Pengujian Bakteri <i>E. Coli</i> .....	51
	4.1.2 Analisa Data Pemeriksaan Bakteri <i>E. Coli</i> .....	55
	4.1.2.1 T-Test untuk Analisa <i>E. Coli</i> pada Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 %.....	55
	4.1.2.2 T-Test untuk Analisa <i>E. Coli</i> pada Komposisi Serbuk Gergaji 10 %.....	56
	4.1.3 Pembahasan Konsentrasi <i>E. Coli</i> pada	

	Membran Keramik.....	57
4.2	Parameter <i>Total Dissolved Solid (TDS)</i> .....	62
4.2.1	Hasil Pengujian TDS.....	62
4.2.2	Analisa Data TDS.....	66
4.2.2.1	T-Test untuk Analisa TDS pada Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 %.....	66
4.2.2.2	T-Test untuk Analisa TDS pada Komposisi Serbuk Gergaji 10 %.....	67
4.2.3	Pembahasan Konsentrasi TDS pada Membran Keramik.....	68
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	72
5.1	Kesimpulan.....	72
5.2	Saran.....	73

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Fisik Limbah Domestik.....	12
Tabel 2.2 Komposisi Kontaminan Limbah Domestik.....	14
Tabel 2.3 Cara-Cara Penularan Penyakit Melalui Media Air Buangan.....	17
Tabel 2.4 Macam dan Perkiraan Jumlah Limbah Serbuk Gergaji di Kalimantan Timur.....	33
Tabel 2.5 Jenis Kayu dan Kandungan Kimianya yang Banyak Diolah di Kalimantan Timur.....	33
Tabel 2.6 Perubahan Komposisi Kaolin Dalam Pembakaran.....	38
Tabel 4.1 Ukuran Pori pada Membran Keramik.....	51
Tabel 4.2 Data Konsentrasi Bakteri <i>E. Coli</i> pada Membran Keramik 7,5 %.....	52
Tabel 4.3 Data Konsentrasi Bakteri <i>E. Coli</i> pada Membran Keramik 10 %.....	54
Tabel 4.4 Data Konsentrasi TDS pada Membran Keramik 7,5 %.....	63
Tabel 4.5 Data Konsentrasi TDS pada Membran Keramik 10 %.....	64

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pengelompokan Bahan yang Terkandung Didalam Air Limbah (Sugiharto, 1987).....	16
Gambar 2.2 Proses Perubahan Bentomit Alam Dalam Pembakaran (Meda Sagala, 2000).....	37
Gambar 2.3 Skema Zat Padat Total yang terdiri dari Zat Padat Terlarut dan Zat Padat tersuspensi.....	42
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	44
Gambar 3.2 Reaktor Membran Keramik.....	47
Gambar 4.1 Konsentrasi Bakteri <i>E. Coli</i> pada Membran Keramik 7,5 %.....	53
Gambar 4.2 Efisiensi <i>E. Coli</i> pada Membran Keramik 7,5 %.....	53
Gambar 4.3 Konsentrasi Bakteri <i>E. Coli</i> pada Membran Keramik 10 %.....	54
Gambar 4.4 Efisiensi <i>E. Coli</i> pada Membran Keramik 10 %.....	55
Gambar 4.5 Konsentrasi TDS pada Membran Keramik 7,5 % .....	63
Gambar 4.6 Efisiensi TDS pada Membran Keramik 7,5 %.....	63
Gambar 4.7 Konsentrasi TDS pada Membran Keramik 10 %.....	65
Gambar 4.8 Efisiensi TDS pada Membran Keramik 10 %.....	65

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Gambar-Gambar Penelitian
- Lampiran 2. Analisa Data Perbandingan Dua Variabel Bebas (Uji t/t-Test)
- Lampiran 3. Tabel *Most Probable Number* (MPN)
- Lampiran 4. SNI M-03-1989-F untuk Parameter TDS
- Lampiran 5. Keputusan Gubernur Kepala Dearah Istimewa Yogyakarta  
No. 214/KPTS/1991 tentang Baku Mutu Lingkungan Daerah untuk  
Wilayah Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta
- Lampiran 6. Data Ukuran Pori Membran Keramik dari Batan

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Limbah ditimbulkan sebagai hasil sampingan akibat proses produksi (kegiatan manusia) yang berupa padatan, gas, cairan, dan bunyi yang dapat menimbulkan gangguan pada lingkungan sekitarnya, sehingga terjadi akumulasi limbah yang akan menyebabkan menurunnya kualitas lingkungan di daerah tersebut.

Sumber domestik terdiri dari air limbah yang berasal dari perumahan dan pusat perdagangan maupun perkantoran, hotel, rumah sakit, tempat rekreasi, dll. Untuk daerah perumahan yang kecil, aliran air limbah biasanya diperhitungkan melalui kepadatan penduduk dan rata-rata perorang dalam membuang air limbah. Sedangkan untuk daerah yang luas perlu diperhitungkan jumlah aliran air limbah dengan dasar penggunaan daerah, kepadatan penduduk, serta ada atau tidaknya daerah industri.

Dalam limbah domestik terdapat bakteri *E. Coli*, kehadiran bakteri *E. Coli* dalam air buangan merupakan indikator terjadinya pencemaran materi fekal. Kehadiran 500 bakteri *Coli* dalam 100 ml air memungkinkan terjadinya penyakit gastroenteritis yang segera diikuti oleh demam tifus. *Escherichia Coli* pada keadaan tertentu dapat mengalahkan mekanisme pertahanan tubuh manusia.

Jumlah air limbah yang dibuang akan selalu bertambah dengan meningkatnya jumlah penduduk dengan segala kegiatannya. Apabila jumlah air limbah yang dibuang berlebihan, melebihi dari kemampuan alam untuk menerimanya maka akan terjadi kerusakan lingkungan. Lingkungan yang rusak akan menyebabkan menurunnya tingkat kesehatan manusia yang tinggal pada lingkungannya itu sendiri sehingga oleh karenanya perlu dilakukan penanganan air limbah yang seksama dan terpadu baik yang dilakukan oleh pemerintah, swasta dan masyarakat.

Yogyakarta yang dikenal sebagai kota pariwisata tentu sering dikunjungi oleh wisatawan domestik dan wisatawan mancanegara, serta para pelajar dan mahasiswa yang datang untuk menuntut ilmu. Dengan semakin meningkatnya pendatang yang hidup di kota Yogyakarta maka akan semakin meningkat pula limbah domestik yang akan dihasilkan terutama limbah yang berasal dari buangan rumah tangga. Semakin banyak limbah domestik yang dihasilkan maka semakin bertambah pula pencemaran yang ditimbulkan bila tidak ditangani dengan baik. Saat ini pengolahan limbah domestik belum tertangani dengan baik karena sistem pengolahannya yang membutuhkan biaya yang cukup tinggi, karena alasan inilah maka dikembangkan teknologi membran keramik yang digunakan untuk mengolah limbah domestik.

Penggunaan keramik berpori sebagai filter atau membran semakin meningkat dewasa ini. Dalam prakteknya teknologi membran keramik ini digunakan dalam pengolahan air baik untuk air baku maupun untuk air limbah yang akan menghasilkan air bersih tanpa mengandung zat-zat berbahaya lagi.

Membran keramik adalah suatu alat yang terbuat dari tanah liat, pasir, dan serbuk gergaji yang dibakar pada suhu tertentu, komposisinya yang sederhana dan bahan baku terutama serbuk gergaji yang mudah didapatkan di alam tentu akan menghemat biaya serta dapat menjadi teknologi yang inovatif di negara kita.

Selain itu, pada dasarnya teknologi membran keramik yang akan digunakan untuk mengolah limbah domestik 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 daerah pesisir dan konsentrasi logam berat pada limbah *elektroplating* untuk penggunaan 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 kecepatan 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.

Dengan penggunaan membran keramik ini diharapkan akan menghasilkan *effluent* limbah domestik yang berkualitas lebih baik yang sesuai dengan standar baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah. Disamping itu, diharapkan penggunaan membran keramik ini dapat digunakan dan dimanfaatkan oleh masyarakat luas karena pengoperasiannya yang sederhana dan hemat biaya.

## 1.2 Rumusan Masalah

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

- a) Apakah reaktor *membran keramik* dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi *Escherichia Coli* dan TDS pada air limbah domestik dan berapa besar efisiensinya.
- b) Pada komposisi berapakah serbuk gergaji efektif dalam menurunkan konsentrasi *Escherichia Coli* dan TDS.
- c) Berapakah waktu yang efektif untuk dapat menurunkan konsentrasi *Escherichia Coli* dan TDS.

### 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 limbah yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah air limbah domestik.
- d) Parameter yang diuji dalam penelitian adalah: *Escherichia Coli* dan TDS.
- e) Variasi keramik dengan variasi serbuk gergaji 5%, 7,5%, dan 10%.
- f) Air limbah yang digunakan dalam penelitian adalah 100 % air limbah domestik.
- g) Variasi pengolahan pada waktu tinggal 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit, dan 180 menit.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Untuk mengetahui besarnya efisiensi penurunan konsentrasi *Escherichia Coli* dan TDS pada air limbah domestik.

- b. Mencari komposisi membran keramik yang paling efektif, dari komposisi serbuk gergaji 5%, 7,5%, dan 10% dalam menurunkan konsentrasi *Escherichia Coli* dan TDS pada air limbah domestik.
- c. Mengetahui waktu efektif dari variasi waktu 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit, dan 180 menit dalam menurunkan konsentrasi *Escherichia Coli* dan TDS pada air limbah domestik.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

- a) Mendapatkan suatu teknologi yang murah dan sederhana, yang dapat menurunkan konsentrasi *Escherichia Coli* dan TDS dalam air limbah domestik.
- b) Memberikan salah satu alternatif pengolahan pada air limbah domestik dalam menurunkan konsentrasi *Escherichia Coli* dan TDS.
- c) Menghasilkan *effluent* akhir dari air limbah domestik setelah melalui proses *membran keramik* berkualitas baik dan dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan-kebutuhan lain.
- d) Sebagai referensi dan bahan kajian bagi peneliti berikutnya untuk mengembangkan hasil yang diperoleh dari penelitian ini dan mencoba berbagai variasi sehingga akan diperoleh data yang lebih lengkap tentang kemampuan *membran keramik* dalam menurunkan konsentrasi *Escherichia Coli* dan TDS.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Air Limbah**

Pemenuhan kebutuhan air penduduk yang semakin meningkat akan diikuti dengan meningkatnya buangan sisa pemakaian oleh penduduk. Pada area yang padat diperlukan suatu pengolahan tersendiri untuk menanggulangi dampak yang akan timbul akibat air limbah rumah tangga atau biasa disebut dengan limbah. Limbah dapat mengandung bahan pencemar yang bersifat racun dan berbahaya karena alasan warna, isinya yang padat kandungan organik atau anorganik, kadar garam, keasaman, alkalinitas dan sifat-sifat khas yang beracun. Kualitas air limbah menunjukkan spesifikasi limbah yang diukur dari kandungan pencemar dalam 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). Air limbah adalah air dari suatu daerah pemukiman yang telah dipergunakan untuk berbagai keperluan, harus dikumpulkan dan dibuang untuk menjaga lingkungan hidup yang sehat dan baik.

### 2.1.1 Karakteristik Air Limbah

Jenis dan tingkat kandungan bahan pencemar didalam limbah cair akan sangat mempengaruhi dan menentukan karakteristik dari limbah tersebut. Karakteristik limbah cair pada prinsipnya dapat dibagi menjadi empat , yaitu :

a. Parameter kimia anorganik.

Beberapa parameter yang telah digunakan adalah : keasaman dan alkalinitas, kesadahan, logam-logam halogen, nitrogen (berupa sulfida, sulfit, sulfat, atau thio sulfat), fosfat, dan sianida. Penggunaannya dapat salah satu atau beberapa dari padanya tergantung industri asal serta tujuan monitoringnya.

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 perombakannya, seperti BOD, COD.

c. Parameter biologi

Pencemaran biologi oleh mikrobia penyebab penyakit (patogen) biasanya dinyatakan dengan perkiraan jumlah terdekat (MPN) bakteri bentuk Coli. Kelompok bakteri bentuk Coli sebagai indikator mikrobia patogen dikarenakan bahwa bakteri ini berasal dari usus dan mempunyai ketahanan hidup didalam 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.

### 2.1.2 Sifat-Sifat Air Limbah

Kualitas air merupakan karakteristik air yang dicerminkan oleh parameter kimia organik, kimia anorganik, fisik, biotik, dan radioaktif bagi perlindungan dan pembagian air untuk berbagai peruntukkan tertentu (Anonim, 1990).

Pencemaran air dapat disebabkan karena limbah yang masuk kedalam 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 Soegiharto (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 (1984), juga menganalisis kekeruhan dalam uji coba terhadap sifat fisik air.

b. Sifat kimia air

Kandungan bahan kimia yang terdapat dalam air limbah dapat merugikan lingkungan dalam berbagai cara. Bahan kimia dan limbah dapat merubah pH, alkalinitas, kandungan benda padat terlarut, kandungan nutrien kimia (Dix, 1981). Pemeriksaan kimia air selain meliputi tolak ukur konsentrasi hidrogenion (pH), alkalinitas, kandungan benda padat terlarut, kandungan nutrien kimia seperti zat organik, amoniak, nitrogen, nitrat, nitrit, sulfida, khlorida, dan kimia toksis juga menganalisis kandungan oksigen terlarut, BOD, dan COD. Namun demikian Mahida (1984) mengatakan bahwa penentuan konsentrasi hidrogen ion (pH), dan kebutuhan khlor bukan merupakan uji coba baku.

c. Sifat biologi air

Indikator biologis didalam air dan air limbah yang digunakan sebagai indikator adanya pertumbuhan bakteri pathogen.

## **2.2 Sumber Air Limbah Domestik**

Limbah domestik dari rumah tangga/ pemukiman saat ini merupakan sumber pencemaran air yang terbesar di Indonesia karena usaha-usaha pengolahan limbah penduduk masih sangat terbatas. Limbah domestik mengandung bahan-bahan pencemar orgaik, non organik dan bakteri yang sangat potensial untuk mencemari sumber-sumber air.

Sumber air limbah rumah tangga pada lingkungan berasal dari buangan rumah tangga, air buangan industri, air resapan yang masuk kedalam sistem pembuangan air hujan. Sumber utama air limbah rumah tangga dari masyarakat adalah berasal dari perumahan dan daerah perdagangan. Adapun sumber lainnya yang tidak kalah pentingnya adalah daerah perkantoran atau lembaga serta daerah fasilitas rekreasi. (Sugiharto, 1987).

### **2.2.1 Karakteristik Air Buangan Domestik**

Air buangan perkotaan mengandung lebih dari 99,9 % cairan, zat-zat yang terdapat di dalam air buangan diantaranya adalah unsur-unsur organik tersuspensi maupun terlarut dan juga unsur-unsur anorganik serta mikroorganisme. Unsur-unsur tersebut memberi corak kualitas air buangan dalam sifat fisik, kimiawi, maupun biologi.

#### **a. Karakteristik Fisik**

Karakteristik fisik yang menjadi parameter di dalam pengolahan meliputi : temperatur, total solid, warna, bau dan kekeruhan.

Sebagian besar penyusun air buangan domestik berupa bahan-bahan organik. Penguraian bahan-bahan ini akan menyebabkan munculnya kekeruhan. Selain itu kekeruhan juga diakibatkan oleh lumpur, tanah liat, zat koloid, dan benda-benda terapung tidak segera mengendap. Penguraian bahan-bahan organik juga menimbulkan terbentuknya warna. Parameter ini dapat menunjukkan kekuatan pencemar. Komponen penyusun bahan-bahan organik seperti protein,

lemak, minyak, dan sabun cenderung mempunyai sifat yang tidak tetap dan mudah menjadi busuk. Keadaan ini menyebabkan air buangan domestik menjadi berbau.

Tabel berikut menunjukkan pengaruh dan penyebab air buangan domestik dari karakteristik fisik :

**Tabel 2.1 Karakteristik Fisik Limbah Domestik**

Sifat-Sifat	Penyebab	Pengaruh
Suhu	Kondisi udara sekitarnya, air panas yang dibuang ke saluran dari rumah maupun industri	Mempengaruhi kehidupan biologis, kelarutan oksigen/gas lain, kerapatan air, daya viskositas dan tekanan permukaan
Kekeruhan	Benda-benda tercampur seperti limbah padat, garam, tanah liat, bahan organik yang halus dari buah-buahan asli, algae, organisme kecil	Memantulkan sinar, jadi mengurangi produksi oksigen yang dihasilkan tanaman, mengotori pemandangan dan mengganggu kehidupan
Warna	Benda terlarut seperti sisa bahan organik dari daun dan tanaman (kulit, gula, besi), buangan industri	Umumnya tidak berbahaya dan berpengaruh terhadap kualitas keindahan air
Bau	Bahan volatile, gas terlarut, selalu hasil pembusukan bahan organik, minyak utama dari mikroorganisme	Petunjuk adanya pembusukan air limbah, itu perlu adanya pengolahan, merusak keindahan
Rasa	Bahan penghasil bau, benda terlarut dan beberapa ion	Mempengaruhi kualitas keindahan air
Benda Padat	Benda organik dan anorganik yang terlarut ataupun tercampur	Mempengaruhi jumlah organik padat, garam, juga merupakan petunjuk pencemaran atau kepekatan limbah meningkat

Sumber : Sugiharto, 1987; Kodoatie, 2005.

## b. Karakteristik Kimiawi

Karakteristik kimiawi yang menjadi parameter di dalam pengolahan meliputi : senyawa organik, senyawa anorganik dan gas.

Di dalam air buangan domestik dijumpai karbohidrat dalam jumlah yang cukup banyak, baik dalam bentuk gula, kanji, dan selulosa. Gula cenderung mudah terurai sedangkan kanji dan selulosa lebih bersifat stabil dan tahan terhadap pembusukan (Sugiharto, 1987). Lemak dan minyak merupakan komponen bahan makanan dan pembersih yang banyak terdapat di dalam air buangan domestik. Kedua bahan itu berbahaya bagi kehidupan biota air dan keberadaannya tidak diinginkan secara estetika selain dari itu lemak merupakan sumber masalah utama dalam pemeliharaan saluran air buangan. Dampak negatif yang ditimbulkan oleh kedua bahan ini adalah terbentuknya lapisan tipis yang dapat menghalangi ikatan antara udara dan air, sehingga menyebabkan berkurangnya konsentrasi DO. Kedua senyawa tersebut juga menyebabkan meningkatnya kebutuhan oksigen untuk oksidasi sempurna.

Secara umum kontaminan yang terdapat pada air buangan/limbah domestik adalah seperti pada tabel di bawah ini :

**Tabel 2.2 Komposisi Kontaminan Limbah Domestik**

Kontaminan	Satuan	Konsentrasi Rendah	Konsentrasi Medium	Konsentrasi Tinggi
Total Solid (TS)	mg/l	390	720	1230
Total Dissolved Solid (TDS)	mg/l	270	500	860
Fixed	mg/l	160	300	520
Volatil	mg/l	110	200	340
Total Suspended Solid (TSS)	mg/l	120	210	400
Fixed	mg/l	25	50	85
Volatil	mg/l	95	160	315
Settleable Solids	mg/l	5	10	20
BOD <sub>5</sub> 20°C	mg/l	110	190	350
Total Organik Karbon (TOC)	mg/l	80	140	260
COD	mg/l	250	430	800
Nitrogen (Total sebagai N)	mg/l	20	40	70
Organik	mg/l	8	15	25
Amoniak Bebas	mg/l	12	25	45
Nitrit	mg/l	0	0	0
Nitrat	mg/l	0	0	0
Phospor (Total sebagai P)	mg/l	4	7	12
Organik	mg/l	1	2	4
Inorganik	mg/l	3	5	10
Klorida	mg/l	30	50	90
Sulfat	mg/l	20	30	50
Minyak dan Lemak	mg/l	50	90	100
VOCs	mg/l	<100	100-400	>400
Total Coliform	No./100ml	10 <sup>6</sup> -10 <sup>8</sup>	10 <sup>7</sup> -10 <sup>9</sup>	10 <sup>7</sup> -10 <sup>10</sup>
Fecal Coliform	No./100ml	10 <sup>3</sup> -10 <sup>5</sup>	10 <sup>4</sup> -10 <sup>6</sup>	10 <sup>5</sup> -10 <sup>8</sup>

Sumber : Metcalf & Eddy, 2003, Wastewater Engineering Treatment and Reuse, hal 186.

### c. Karakteristik Biologi

Karakteristik biologis yang menjadi parameter di dalam pengolahan yaitu : kandungan mikroba, tumbuhan dan hewan didalamnya.

Keterangan tentang sifat biologi air buangan domestik diperlukan untuk mengukur tingkat pencemaran sebelum dibuang ke badan air penerima. Mikroorganisme-mikroorganisme yang berperan dalam proses penguraian bahan-bahan organik di dalam air buangan domestik adalah jamur, bakteri, protozoa, dan algae.

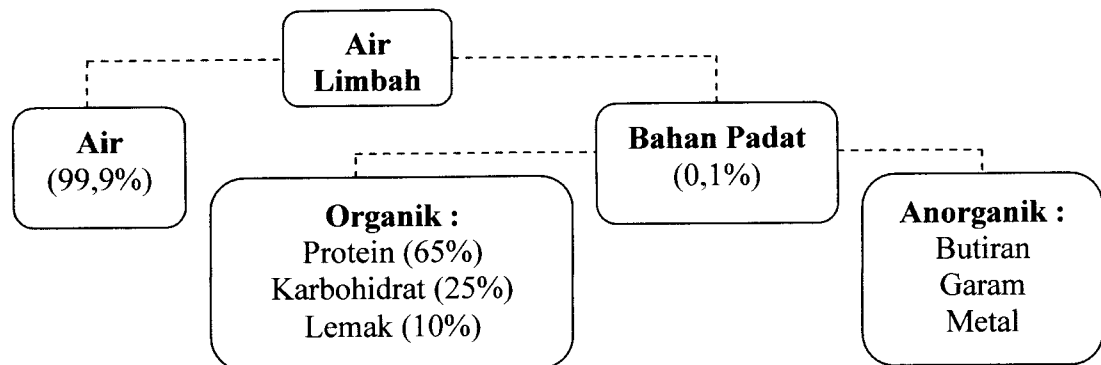
Bakteri adalah mikroorganisme bersel satu yang menggunakan bahan organik dan anorganik sebagai bahan makanannya. Berdasarkan penggunaan makanannya, bakteri dibedakan menjadi bakteri autotrof dan bakteri heterotrof. Bakteri autotrof menggunakan karbondioksida sebagai sumber zat karbon, sedangkan bakteri heterotrof menggunakan bahan organik sebagai sumber zat karbonnya. Bakteri yang memerlukan oksigen untuk mengoksidasi bahan organik disebut bakteri aerob, sedangkan yang tidak memerlukan oksigen disebut bakteri anaerob.

Selain bakteri, jamur termasuk dekomposer pada air buangan domestik. Jamur adalah mikroorganisme non fotosintesis, bersel banyak, bersifat aerob dan bercabang atau berfilamen yang berfungsi untuk memetabolisme makanan. Bakteri dan jamur dapat memetabolisme bahan organik dari jenis yang sama.

Protozoa adalah kelompok mikroorganisme yang umumnya motil, bersel satu tunggal dan tidak ber dinding sel. Kebanyakan protozoa merupakan predator yang sering kali memangsa bakteri. Peranan protozoa penting bagi penanganan limbah organik karena protozoa dapat menekan jumlah bakteri yang berlebihan. Selain dari pada itu protozoa dapat mengurangi bahan organik yang tidak dapat dimetabolisme oleh bakteri ataupun jamur dan membantu menghasilkan *effluent* yang lebih baik.

### 2.2.2 Komposisi Air Buangan Domestik

Sesuai dengan sumber asalnya, maka air limbah mempunyai komposisi yang sangat bervariasi dari setiap saat. Akan tetapi, secara garis besar zat-zat yang terdapat didalam air limbah dapat dikelompokkan seperti gambar berikut ini :



**Gambar 2.1 Pengelompokkan Bahan yang Terkandung Didalam Air Limbah (Sugiharto, 1987).**

Untuk mengetahui air limbah domestik secara lebih luas, diperlukan pengetahuan mendetail tentang komposisi atau kandungan yang ada di dalamnya. Setelah diadakan analisis ternyata diketahui bahwa sekitar 75 % dari benda-benda terapung dan 40 % dari benda-benda padat yang dapat disaring adalah berupa bahan organik. Komponen utama bahan organik tersebut tersusun oleh 40-60 % protein, 25-50 % karbohidrat dan 10 % sisanya berupa lemak, minyak dan sabun (Sugiharto, 1987).

### 2.2.3 Dampak Air Buangan Domestik

Limbah domestik akan menimbulkan masalah bagi lingkungan, khususnya lingkungan air. Air limbah rumah tangga akan menimbulkan bau yang busuk

sebagai hasil dari proses pembusukan bahan-bahan organik yang terdapat didalamnya atau merupakan proses biologi dari organisme anaerob yang mereduksi senyawa sulfat dan belerang menjadi hidroksida. Sebagai akibatnya air buangan berbau busuk, berwarna kehitam-hitaman dan kandungan oksigen akan menurun drastis karena daya penetrasi cahaya matahari berkurang dan fotosintesis tidak berjalan baik, maka kehidupan perairan menjadi terganggu.

Tabel 2.3 menyajikan air sebagai sumber atau perantara penularan penyakit dan contoh penyakit yang ditimbulkan.

**Tabel 2.3 Cara-cara penularan penyakit melalui media air buangan**

Cara Penularan	Macam Penyakit
<i>Water-borne infection</i> yaitu bibit penyakit patogen berada dalam air, terminum atau diminum manusia	Contoh penyakit ini adalah tifus, kolera, disentri, <i>hepatitis infectiosa</i>
<i>Water-wased infections</i> yaitu air yang digunakan untuk kegiatan mencuci baik pakaian, alat-alat dapur tidak bersih	Contoh penyakit ini adalah diare, kolera, penyakit kulit, disentri
<i>Water-based infections</i> yaitu air sebagai perantara penyebab penyakit yang hidup dalam air	Contoh penyakit ini adalah schistosomiasis yang disebabkan oleh larva schistosomiasis yang hidup didalam keong-keong air.
Infeksi karena vektor serangga yang hidup di air atau air sebagai perindukan serangga penular penyakit	Contoh infeksi ini adalah malaria oleh nyamuk malaria dan demam berdarah disebabkan oleh virus yang ditularkan oleh nyamuk <i>Aedes Aegepty</i>

Sumber : Machfoed, 1992 (diambil dari Laporan Tugas Akhir Taufiq Darmawan, 2002, STTL YLH : Yogyakarta).

## 2.3 Membran Keramik

*Membran Keramik* merupakan suatu proses penyaringan air (dalam penelitian ini adalah air limbah domestik) 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 limbah cair domestik.

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 terbentuk 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 mampu 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.

Adsorpsi 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 sorpsi, baik adsorpsi sebagai sorpsi yang terjadi pada karbon aktif maupun padatan lainnya. Namun unit operasinya dikenal sebagai adsorpsi. Adapun adsorpsi dapat dikelompokkan menjadi dua:

- a. Adsorpsi fisik, yaitu terutama terjadi adanya gaya van der Waals 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 teradsorpsi di atas permukaan adsorben.
- b. Adsorpsi kimia yaitu reaksi kimia yang terjadi antara zat padat dengan adsorbat larut dan reaksi ini tidak berlangsung bolak-balik.

Mekanisme Adsorpsi dapat digambarkan sebagai proses dimana molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat adsorben akibat kimia dan fisika (Reynolds, 1982).

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

1. Transfer molekul-molekul adsorbat menuju lapisan film yang mengelilingi adsorben.

2. Difusi adsorbat melalui lapisan film (*film diffusion process*).
3. Difusi adsorbat melalui kapiler atau pori-pori dalam adsorben (*pore diffusion*).
4. Adsorpsi adsorbat pada dinding kapiler atau permukaan adsorben (proses adsorpsi sebenarnya), (Reynolds, 1982).

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 adsorpsi sangat mempengaruhi sorpsi. Beberapa adsorben yang sering digunakan pada proses adsorpsi misalnya: bentonit, tuff, pumice, zeolit, dan silika gel. Pemilihan adsorben juga mempengaruhi kapasitas adsorpsi.

Adapun faktor yang mempengaruhi kapasitas adsorpsi, yaitu:

1. Luas permukaan adsorben.

Semakin luas permukaan adsorben, semakin banyak adsorbat yang dapat diserap, sehingga proses adsorpsi 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 (Tchobanoglous, 1991).

## 3. Waktu kontak

Waktu kontak merupakan suatu hal yang sangat menentukan dalam proses adsorpsi. Waktu kontak yang lebih lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul adsorbat berlangsung lebih baik. Konsentrasi zat-zat organik akan turun apabila waktu kontak cukup dan waktu kontak berkisar 10 – 15 menit (Reynolds, 1982).

## 4. Distribusi ukuran pori

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

### **2.3.1 Keramik**

Keramik berasal dari bahasa Yunani “Keramos” yang berarti periuk atau belanga yang dibuat dari tanah (Asuti.1997). 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.

### 2.3.2 Bahan Baku Keramik

Bahan baku untuk produk-produk keramik berupa bahan alami yaitu bahan-bahan asli yang berasal dari alam dan belum mengalami proses pengolahan oleh manusia. Bahan pembuat keramik berupa bahan plastis dan bahan non plastis. Yang termasuk bahan plastis antara lain adalah Kaolin, Ball clay (tanah bola), Stone ware clay (tanah benda batu), Earthen ware clay (tanah batu merah), Fire clay (tanah api) dan bentonit, sedangkan bahan non plastis antara lain Silika ( $\text{SiO}_2$ ) disebut juga glass former, Flint ( $\text{SiO}_2$ ), Fedspar ( $\text{KNaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ ), Kapur/ Calcite dan Magnesit ( $\text{CaO}$  dan  $\text{MgO}$ ), Aluminium ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), Talk ( $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) chamotte atau Grog, Cornwall stone, Nepheline syenite ( $\text{KNaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$ ), Ptalite/ Lithium feldspat ( $\text{Li}_2\text{O}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 8\text{SiO}_2$ ), dan Stone ash/ Calcium phosphate ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ). Dalam penelitian ini bahan baku keramik terdiri dari komposisi tanah lempung (liat) lokal, pasir kuarsa dan serbuk gergaji.

#### 1. Susunan Tanah Lempung

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

- 1) Berukuran lebih kecil dari 0,002 m.
- 2) Struktur terutama berbentuk lapisan dan sebagian kecil berbentuk rantai.
- 3) 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 feldepar yang merupakan contoh-contoh penting. Selain itu juga, mengandung bahan-bahan organik dalam air (Grim, 1953).

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

## 2. Klasifikasi Mineral Lempung

Berdasarkan struktur mineral lempung dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Grim, 1953) :

1. Amorf

Kelompok alofan

2. Kristalin

- a. Tipe dua lapisan (struktur-struktur lembaran yang tersusun oleh satu lapisan silika tetrahendra dan satu lapisan aluminium oktahendra).

- i. Ekuidimensional

Kelompok kaolinite : kaolinite, nacrite, dicrite

- ii. Memanjang

Kelompok halloysite

- b. Tipe tiga lapisan (struktur-struktur lembaran yang tersusun oleh dua lapisan silica tetrahedron dan satu pusat lapisan dioktahedral atau triohedral).
- i. Kisi yang mengembang
    - Ekuidimensional  
Kelompok montmorillonite : montmoriloni, saukonit, vermikulit
    - Memanjang  
Kelompok montmoriloni : nontronit, saonit, hektorrit
  - 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 (Grim,1953) :

#### 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  $150^{\circ}\text{C}$ , sedangkan pemanasan pada suhu  $400-900^{\circ}\text{C}$  air akan meloncat ke atas dari kisi-kisi sebagai kelompok OH dan struktur kristal akan terhancurkan sebagian atau berubah.

### 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 menetralsir, artinya dengan mudah digantikan oleh anion dan kation lain saat kontak dengan ion- ion lain pada larutan yang encer (Olphen, 1963).

#### 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 (Olphen, 1963).

b. Kandungan air yang tinggi (sifat lempung koloid)

Pengembangan osmosis pada ruang antar lapisan relatif besar diperlihatkan oleh bentuk pertukaran  $\text{Na}^+$  dan  $\text{Li}^+$  pada montmorilonit yang dapat dijelaskan dari teori lapisan ganda elektrik. Dasarnya adalah lapisan lempung berharga negatif menyebabkan penarikan kation dan penolakan anion (Olphen, 1963).

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 *exchangable cation* (ion-ion positif yang mudah diganti) lempung tersebut dan terikat pada partikel oleh gaya tarik menarik elektrostik. Bila air kemudian ditambahkan pada lempung tersebut, kation-kation dan sejumlah kecil anion-anion (ion-ion bermuatan 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, 2002).

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 (Tan, 1986).

Banyaknya ruang kosong di dalam tanah pula pada butir-butir, semakin besar butir-butir semakin besar pula kadar ruang pori demikian pula sebaliknya (Kartasapoetra, 1991). Menurut Sarwo Hardjowigeno udara dan air mengisi pori-pori tanah. Banyaknya pori-pori  $\pm 50\%$  dari volume tanah, sedangkan jumlah air dan udara berubah-ubah.

## **7. Pasir Kuarsa**

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  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Kandungan  $\text{SiO}_2$  dipilih setinggi mungkin dan kandungan senyawa yang lain serendah mungkin. Makin tinggi kandungan  $\text{SiO}_2$  makin tinggi daya penyerapannya. Secara umum pasir kuarsa Indonesia mempunyai komposisi :

- a.  $\text{SiO}_2$  : 35.50 - 99.85 %
- b.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  : 0.01 – 9.14 %
- c.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  : 0.01 – 18.00 %
- d.  $\text{CaO}$  : 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, tergantung 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 (Suprpto, 1995).

Sumber dan besarnya limbah serbuk gergaji di Kalimantan Timur dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut ini :

**Tabel 2.4 Macam dan perkiraan jumlah limbah serbuk gergaji di Kalimantan Timur**

No	Kegiatan Sumber Limbah	Volume Pertahun m <sup>2</sup>
1	Pemotongan	37,625
1	Pemotongan Kayu Lapis	1254,000
2	Penghalusan/ Amplas	1756,000
3	Sawmil	79,136
<b>Jumlah</b>		<b>3126,761</b>

Sumber : Laporan Penelitian, Studi Pemanfaatan Limbah Serbuk Gergaji untuk Bahan Baku briket Arang oleh Bandi Suprpto dkk, Lemlit Unmul 1995.

Jenis kayu yang diolah di Kalimantan Timur beserta kandungan kimianya dapat dilihat dalam Tabel 2.5 berikut ini :

**Tabel 2.5 Jenis kayu dan kandungan kimianya yang banyak diolah di Kalimantan Timur.**

Kandungan Kimia	Jenis Kayu		
	Kapur	Meranti	Bangkirai
Sellulosa (%)	60,0	50,76	52,9
Lignin (%)	26,9	30,60	24,0
Pentosa (%)	11,7	17,76	21,7
Abu (%)	0,8	0,68	1,0
Silika (%)	0,6	0,29	0,4

Sumber : Laporan Penelitian, Studi Pemanfaatan Limbah Serbuk Gergaji untuk Bahan Baku briket Arang oleh Bandi Suprpto dkk, Lemlit Unmul 1995.

### 2.3.3 Pembuatan Keramik

Pembuatan keramik dimulai dari proses pengolahan tanah, pembentukan badan keramik, pengeringan, penyusunan dalam tungku pembakaran. Keramik maju sendiri dikelompokkan menjadi dua golongan besar yaitu struktural keramik

dengan produk seperti keramik nuklir, serat kaca, dan busi dan fungsional keramik dengan produk seperti kapasitor, keramik magnet dan masih banyak lagi.

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*, *rubbermold pressing*, *extrusion molding*, *slip testing* dan *injection molding* (Ichinose, 1997). *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 (Astuti, 1997). 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

$\text{Si}_3\text{N}_4$  memerlukan suhu  $1700^\circ\text{C}$ - $1800^\circ\text{C}$  pada gas Nitrogen ( $\text{N}_2$ ). *Hot pressing* dengan bahan dasar  $\text{Si}_3\text{N}_4$  memerlukan suhu  $1700^\circ\text{C}$ - $1800^\circ\text{C}$  dengan tekanan  $200$ - $500 \text{ Kg/cm}^2$ . *Reaction sintering* dengan bahan dasar  $\text{SiO}_2$  dibakar pada suhu  $1350^\circ\text{C}$ - $1600^\circ\text{C}$ . *Chemical vapor deposition (CVD)* dengan bahan dasar  $\text{SiH}_4$  dan  $\text{NH}_3$  dipanaskan pada suhu  $800^\circ\text{C}$ - $1400^\circ\text{C}$ . Selain itu masih ada metode-metode lain seperti *Hot Isolatic Press (HIP)*, *atmospheric pressure sintering*, *Ultra high pressure sintering*, *Post reaction sintering* dan *recrystallization sintering* (Ichinose, 1987).

Dalam proses pembakaran, jenis air yang harus dihilangkan adalah air suspensi, air antar partikel, air pori antar partikel setelah pengerutan, air terserap (*adsorpsi*) pada partikel dan air kisi dalam struktur kristalnya (Hartono, 1992).

Tahap dalam pembakaran dapat dijelaskan sebagai berikut :

#### 1) Tahap penghilangan uap

Suhu bakar tahap ini berlangsung dari awal sampai sekitar suhu  $500^\circ\text{C}$ . Tujuannya adalah untuk menghilangkan molekul-molekul air pada bahan, membakar unsur karbon dan unsur organik 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  $300^\circ\text{C}$ - $400^\circ\text{C}$  zat-zat organik dan unsur karbon akan terbakar habis.

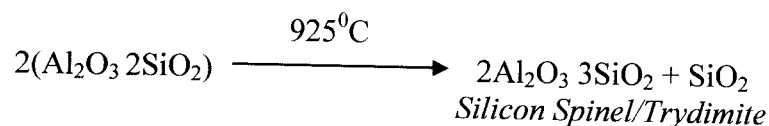
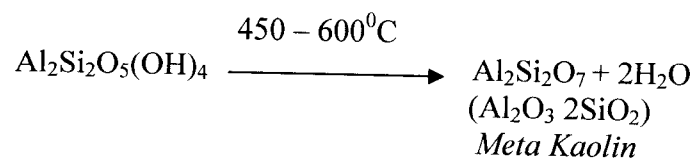
## 2) Tahap pengelasan

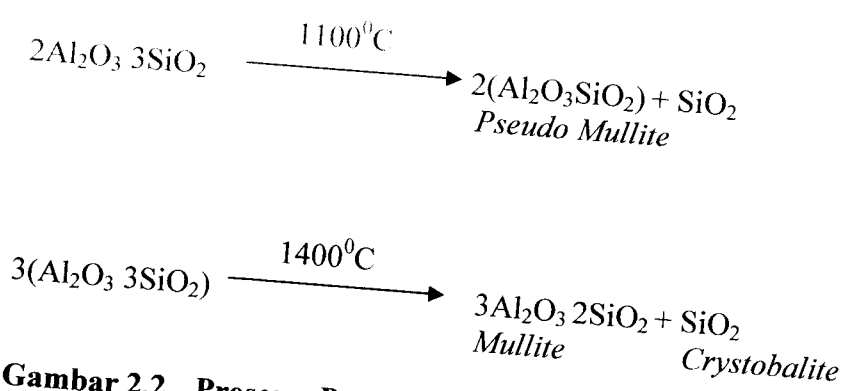
Setelah air dalam bahan habis, suhu dapat ditingkatkan sedikit demi sedikit. Pembakaran suhu yang paling menentukan adalah pada suhu 573°C. Pada suhu ini tungku pembakaran mulai menjadi merah panas dan terjadi penggantian fisik silica. Pada proses pendinginan suhu 573°C juga merupakan titik kritis, sehingga 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 :





**Gambar 2.2** Proses Perubahan Bentomit Alam Dalam Pembakaran (Meda Sagala, 2000).

Perubahan komposisi kaolin dalam pembakaran adalah sebagai berikut :

**Tabel 2.6** 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 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
850 – 1050°C	- Terjadi reaksi eksotermal ketika terjadi reaksi peruraian keseimbangan (disosiasi) membentuk Mullite dan Trydimite $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \rightarrow 3\text{AlO}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \text{ (amorph)} + 4\text{SiO}_2 \text{ (trydimate)}$
1350°C	- Kristalisasi awal dari mineral Mullite ( $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ )
1470°C	- Tyrdimite berubah menjadi Crystobalite stabil ( $\text{SiO}_2$ )
1470 + 1790°C	- Keseimbangan Mullite-Crystobalit
+ 2000°C	- Melebur

**2.4 Parameter yang Akan Diteliti**

Pada penelitian ini parameter yang akan diteliti adalah *Escherichia Coli* dan *Total Dissolved Solid* (TDS).

### 2.4.1 *Escherichia Coli*

Kehadiran bakteri *Coli* dalam air, makanan dan lain sebagainya yang berhubungan dengan kepentingan manusia sangat tidak diharapkan karena adanya kelompok bakteri ini pada suatu benda menandakan bahwa benda tersebut telah tercemar oleh bakteri fecal yaitu bakteri yang berada bersama tinja.

Dengan adanya bakteri *Coli* pada sumber air maka dapat dipastikan bahwa dalam perairan tersebut terdapat bakteri patogen yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia.

Bakteri *Escherichia Coli* adalah salah satu bakteri yang tergolong *coliform* dan hidup di dalam kotoran manusia maupun hewan, oleh karena itu disebut juga *coli fecal*. Kehadiran bakteri *Coli* yang merupakan parameter ada tidaknya materi *fecal* didalam suatu habitat (air) sangat diharuskan untuk penentuan kualitas air yang aman.

*Escherichia Coli* adalah grup coliform yang mempunyai sifat dapat memfermentasi laktosa dan memproduksi asam dan gas pada suhu 37<sup>0</sup>C maupun suhu 44.5+0.5<sup>0</sup>C dalam waktu 48 jam. Sifat ini digunakan untuk membedakan *Escherichia Coli* dan *Enterobacter*, karena *Enterobacter* tidak dapat membentuk gas dari laktosa pada suhu 44.5+0.5<sup>0</sup>C. *Escherichia Coli* adalah bakteri yang termasuk famili *Enterobacteriaceae*, bersifat gram negatif, berbentuk batang dan tidak membentuk spora. Sifat-sifat *Escherichia Coli* lainnya yang penting adalah bakteri ini dapat memfermentasi laktosa dengan memproduksi asam dan gas, mereduksi nitrat menjadi nitrit, bersifat katalase positif dan oksidase negatif.

Berdasarkan asal dan sifatnya kelompok bakteri *Coli* dibagi menjadi dua golongan, yaitu :

- a. *Coli-fecal*, seperti *E. Coli* yang berasal dari tinja manusia.
- b. *Coli-non fecal*, seperti *Aerobacter* dan *Klebsiella* yang lebih banyak didapatkan dalam usus, umumnya tidak patogen.

*Escherichia Coli* merupakan salah satu jenis kelompok bakteri yang sangat dihindari kehadirannya didalam suatu benda yang berhubungan dengan kepentingan manusia. Menghilangkan atau menurunkan bakteri *Coli* berarti menghilangkan bakteri patogen yang ada dalam air, sehingga kualitas air tetap terjamin bagi kesehatan manusia.

Adanya bakteri fecal (tinja) di dalam air ditentukan berdasarkan tes tertentu dengan perhitungan tabel hopkins, yang lebih dikenal dengan tabel MPN (Most Probable Number) atau tabel JPT (Jumlah Perkiraan Terdekat). Tabel tersebut dapat digunakan untuk memperkirakan jumlah bakteri *Coli* di dalam 100 ml air.

#### **2.4.2 Total Dissolved Solid (TDS)**

Dalam air alam ditemui dua kelompok zat, yaitu zat terlarut seperti garam, dan molekul organis, dan zat padat tersuspensi dan koloidal seperti tanah liat, kwarts. Perbedaan utama antara kedua zat tersebut adalah ditentukan melalui ukuran/diameter partikel-partikel tersebut.

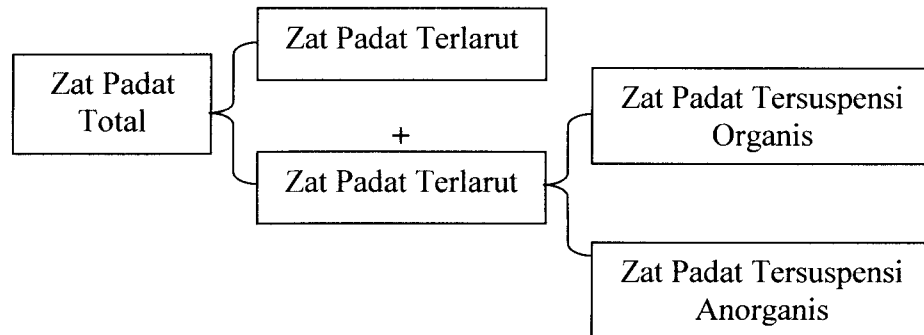
Zat-zat padat yang berada dalam suspensi dapat dibedakan menurut ukurannya sebagai partikel tersuspensi koloidal (partikel koloid) dan partikel tersuspensi biasa (partikel tersuspensi).

Padatan Terlarut Total (*Total Dissolved Solid* atau TDS) adalah bahan-bahan terlarut (diameter  $< 10^{-6}$  mm) dan koloid (diameter  $10^{-6}$  mm –  $10^{-3}$  mm) yang berupa senyawa-senyawa kimia dan bahan-bahan lain, yang tidak tersaring pada kertas saring berdiameter 0,45  $\mu$ m (Rao, 1992). Padatan terlarut adalah padatan-padatan yang mempunyai ukuran lebih kecil daripada padatan suspensi. Padatan ini terdiri dari senyawa-senyawa anorganik dan organik yang larut air, mineral dan garam-garamnya. TDS biasanya disebabkan oleh bahan organik yang berupa ion-ion yang biasa ditemukan diperairan.

Jenis partikel koloid adalah penyebab kekeruhan dalam air (efek tyndall) yang disebabkan oleh penyimpangan sinar nyata yang menembus suspensi tersebut. Partikel-partikel koloid tidak terlihat secara visual sedangkan larutannya (tanpa partikel koloid) yang terdiri dari ion-ion dan molekul-molekul tidak pernah keruh. Larutan menjadi keruh bila terjadi pengendapan yang merupakan komponen kejenuhan dari suatu senyawa kimia.

Dalam metode analisa zat padat, pengertian zat padat total adalah semua zat-zat yang tersisa sebagai residu dalam suatu bejana, bila sampel air didalam bejana tersebut dikeringkan pada suhu tertentu.

Zat padat total terdiri dari zat padat terlarut, dan zat padat tersuspensi yang dapat bersifat organis dan inorganik seperti pada skema dibawah ini :



**Gambar 2.3 Skema Zat Padat Total yang terdiri dari Zat Padat Terlarut dan Zat Padat tersuspensi**

Zat padat tersuspensi sendiri dapat diklasifikasikan sekali lagi menjadi antara lain zat padat terapung yang selalu bersifat organik dan zat padat terendap yang dapat bersifat organik dan inorganik.

Zat padat terendap adalah zat padat dalam keadaan suspensi yang dalam keadaan tenang dapat mengendap setelah waktu tertentu karena pengaruh gaya beratnya.

Dimensi dari zat-zat padat tersebut diatas adalah dalam mg/l atau g/l, namun sering pula ditemui : ” % berat ” yaitu kg zat padat/ kg larutan, atau ” % volume ” yaitu dalam  $\text{dm}^3$  zat padat /liter larutan.

## 2.5 Hipotesa

- Terjadi penurunan kandungan *Escherichia Coli* dan TDS setelah melalui proses filtrasi dengan menggunakan membran keramik.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Jenis Penelitian**

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian lapangan ( *field experiment* ), yang dilakukan dengan percobaan dalam batasan waktu tertentu terhadap konsentrasi *Escherichia Coli* dan TDS dari sumber air limbah domestik dengan menggunakan membran keramik

#### **3.2 Objek Penelitian**

Sebagai objek penelitian ini adalah kandungan *Escherichia Coli* dan TDS dari sumber air limbah domestik.

#### **3.3 Lokasi Penelitian**

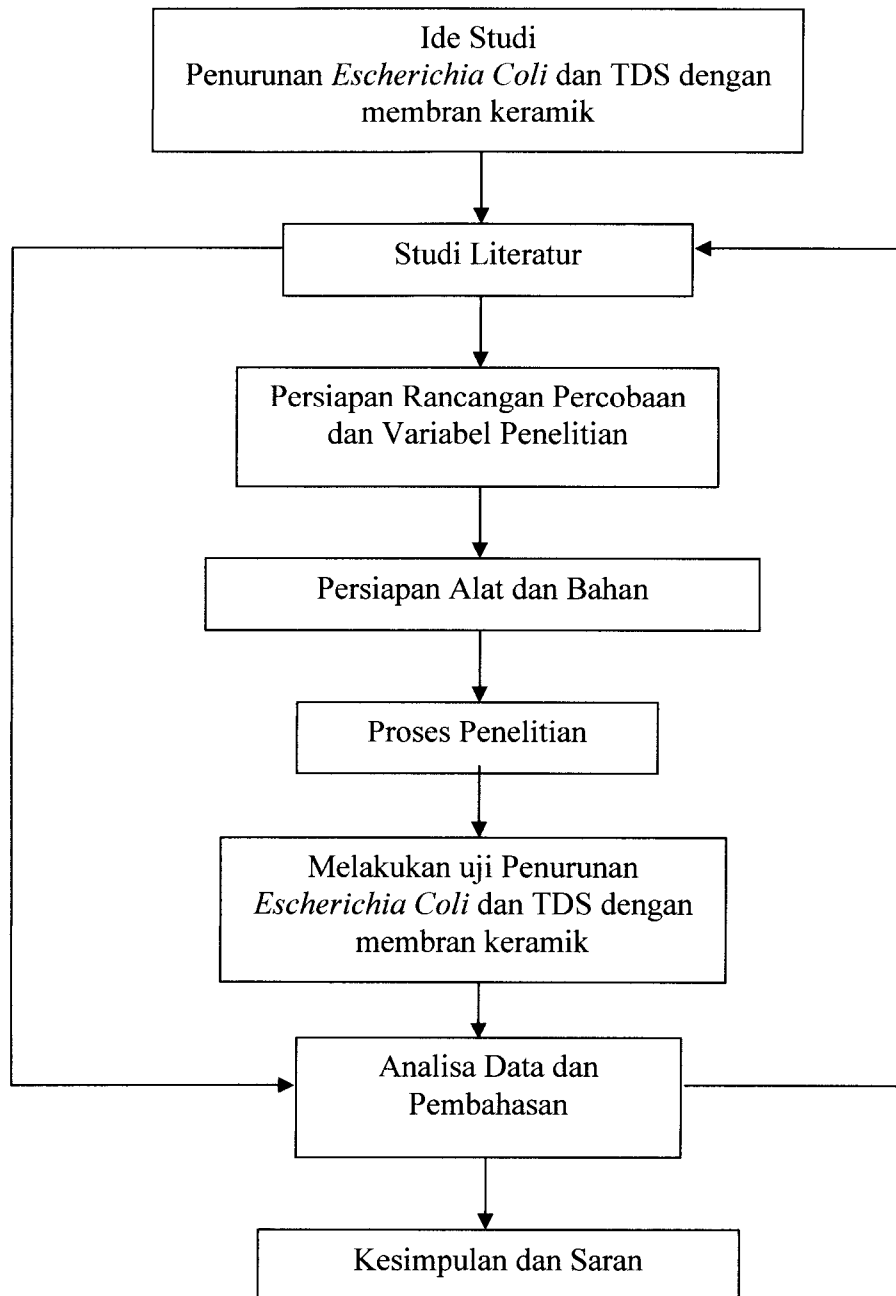
Lokasi pengambilan sampel air bertempat di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Sewon, Bantul, Yogyakarta di mana untuk tempat pengambilan limbahnya di ambil pada unit *screw pump* dan sebagai tempat analisa sampel yaitu di Laboratorium Teknik Lingkungan, UII, Yogyakarta.

#### **3.4 Waktu Penelitian**

Waktu penelitian dilakukan pada bulan April-Juli 2006 yang dilanjutkan dengan pengolahan data, penyusunan data dan penyusunan skripsi.

### 3.5 Metode Penelitian

Metodologi penelitian dalam kegiatan penelitian ini dapat dilihat pada diagram penelitian yaitu pada Gambar 3.1.



**Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian**

### 3.6 Parameter dan Variabel Penelitian

#### 3.6.1 Parameter Penelitian

Pada penelitian ini parameter yang dianalisa adalah *E. Coli* dan TDS.

Adapun parameter penelitian dan metode pengujian adalah sebagai berikut :

- a. Untuk parameter *E. Coli* menggunakan metode uji Standard Methods for Examination of Water & Wastewater, 18<sup>th</sup>, 1992.
- b. Untuk parameter TDS menggunakan metode uji SNI M-03-1989-F.

#### 3.6.1 Variabel Penelitian

##### 1. Variabel bebas ( *Independent Variable* )

- Variasi komposisi serbuk gergaji 5 %, 7,5 % dan 10 % dalam menurunkan konsentrasi *Escherichia Coli* dan TDS.
- Tinggi membran keramik 12,5 cm.
- Diameter atas membran keramik 5 cm.
- Diameter bawah membran keramik 9 cm.
- Variasi waktu untuk menghitung laju penurunan *Escherichia Coli* dan TDS.

##### 2. Variabel terikat ( *Dependent Variable* )

Parameter yang diteliti adalah *Escherichia Coli* dan TDS.

### 3.7 Tahapan Penelitian

#### a. Studi Literatur

Studi literatur dilaksanakan 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.

#### **b. Persiapan Penelitian**

Bahan-bahan dalam yang digunakan dalam penelitian :

- a. Pasir kuarsa (silika) 10% dari berat tanah lempung 5 kg ;
- b. Tanah lempung
- c. Serbuk gergaji 1 kg
- d. Pipa PVC ukuran inchi
- e. Stop kran  $\frac{3}{4}$  “ 2 buah
- f. Pompa
- g. Bak penampung (ember)
- h. Botol sampel air limbah

### **3.8 Cara Kerja**

#### **3.8.1 Desain reaktor**

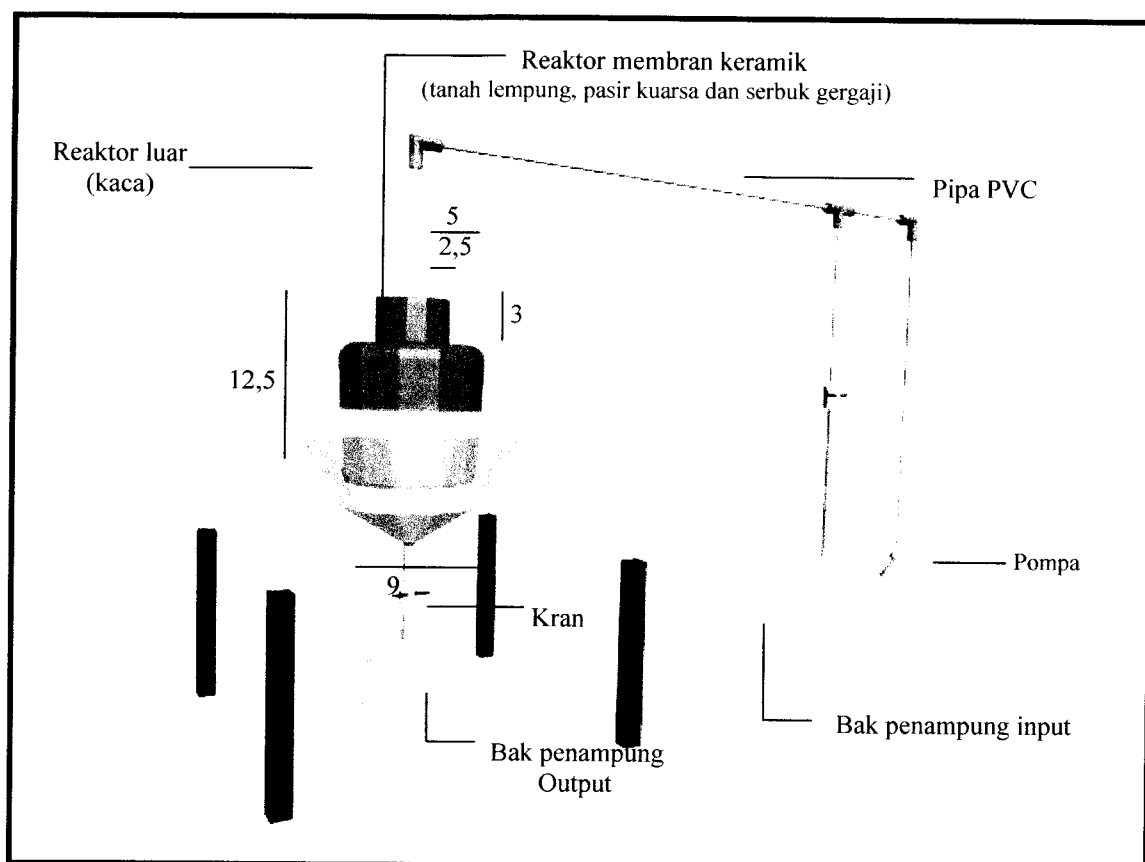
Perencanaan pembuatan reaktor yang akan digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Tanah Lempung
2. Pasir Kuarsa

Komposisi pasir kuarsa adalah 10% dari berat tanah lempung, untuk setiap 5 kg tanah lempung.

3. Serbuk Gergaji

Serubuk gergaji diambil dari sisa penggergajian dengan penggunaan mesin listrik, yang berukuran sekitar  $\geq 50$  mesh. Untuk disaring dengan ayakan.



**Gambar 3.2 Reaktor Membran Keramik**

### 3.8.2 Reaktor Membran Keramik

Reaktor yang direncanakan terbuat dari komposisi antara tanah lempung, pasir kuarsa dan serbuk gergaji. Proses dari reaktor ini adalah air limbah dari tempat penampungan (inlet) akan mengalir melalui pipa menuju membran keramik (gerabah), dengan bantuan pompa. Air limbah yang mengalir kedalam membran keramik tersebut akan merembes melewati pori-pori dinding keramik, yang kemudian ditampung didalam

reaktor luar. Air limbah yang ditampung didalam reaktor luar dialirkan ke pipa outlet untuk kemudian diteliti (diuji) di Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan.

### 3.9 Analisa Laboratorium

Effluent hasil penyaringan dianalisa di Laboratorium Teknik Lingkungan, UII, Yogyakarta menggunakan metode pengujian Standard Methods for Examination of Water & Wastewater, 18<sup>th</sup>, 1992 untuk *Escherichia Coli* dan menggunakan metode pengujian SNI M-03-1989-F untuk *Total Dissolved Solid* (TDS).

### 3.10 Analisis Data

Data hasil percobaan akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Untuk mengetahui efisiensi penurunan kadar *Escherichia Coli* dan TDS pada air limbah domestik dalam penelitian ini digunakan formula sebagai berikut :

$$E = \frac{\text{Kadar Awal} - \text{Kadar Akhir}}{\text{Kadar Awal}} \times 100 \%$$

Pada penelitian ini untuk analisis data digunakan T-Test (Uji t). 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 rata-rata tetapi variannya tidak diketahui.

Adapun langkah-langkah dalam mengerjakan Uji t dua variabel adalah sebagai berikut :

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

$H_a$  : Terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua variabel yang dibandingkan (dibedakan).

$H_o$  : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua variabel yang dibandingkan (dibedakan).

**Langkah 2.** Membuat  $H_a$  dan  $H_o$  model statistik :

$H_a$  :  $\mu_1 \neq \mu_2$

$H_o$  :  $\mu_1 = \mu_2$

**Langkah 3.** Mencari rata-rata ( $\bar{x}$ ), standar deviasi (s), dan varians (S).

**Langkah 4.** Mencari  $t_{hitung}$  dengan rumus :

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

$r$  = nilai korelasi  $X_1$  dengan  $X_2$

$n$  = 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

$S_2$  = varians sampel ke-2

**Langkah 5.** Menentukan kaidah pengujian

- Taraf signifikasinya ( $\alpha$ )
- Dengan menggunakan rumus  $dk = n_1 + n_2 - 2$  akan diperoleh nilai  $t_{\text{tabel}}$ .
- Kriteria pengujian dua pihak

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

**Langkah 6.** Membandingkan  $t_{\text{tabel}}$  dengan  $t_{\text{hitung}}$ .

**Langkah 7.** Membuat Kesimpulan

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Prinsip dasar dari membran keramik adalah mengalirkan air limbah ke dalam membran keramik keramik melalui pipa dengan menggunakan bantuan pompa dengan  $Q_{maks} = 1000 \text{ L/ jam}$ ,  $Ac = 220 - 240 \text{ Volt/ Hz}$ , dan  $W = 15 \text{ watt}$ . Dimana akan terjadi proses filtrasi dan adsorpsi didalamnya yang pada akhirnya akan menghasilkan effluent melalui pori-pori pada dinding keramik, ukuran pori juga turut berperan sehingga dapat menurunkan konsentrasi *E. Coli* dan TDS pada limbah domestik. Adapun untuk ukuran pori pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 5 %, 7,5 % dan 10 % dapat dilihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1 Ukuran Pori pada Membran Keramik**

Membran Keramik pada Komposisi Serbuk Gergaji	Diameter Pori (mikron)
5 %	$35,0415 \times 10^{-4}$
7,5 %	$34,4026 \times 10^{-4}$
10 %	$33,8918 \times 10^{-4}$

Pembahasan dan hasil penelitian yang akan dibahas berikut adalah pembahasan dan hasil penelitian dari parameter bakteri *E. Coli* dan *Total Dissolved Solid* (TDS).

#### 4.1 Parameter *Escherichia Coli*

##### 4.1.1 Hasil Pengujian Bakteri *E. Coli*

Pengukuran bakteri *E. Coli* pada limbah domestik dilakukan dengan menggunakan membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 5 %, 7,5 % dan

10 % dengan variasi waktu per 30 menit selama 3 jam. Pada pengujian ini titik sampling yang diukur yaitu inlet dan outlet. Berikut adalah hasil pengukuran dan grafik konsentrasi bakteri *E. Coli* didalam reaktor membran keramik dengan variasi serbuk gergaji.

a. Membran Keramik dengan Komposisi Serbuk Gergaji 5 %

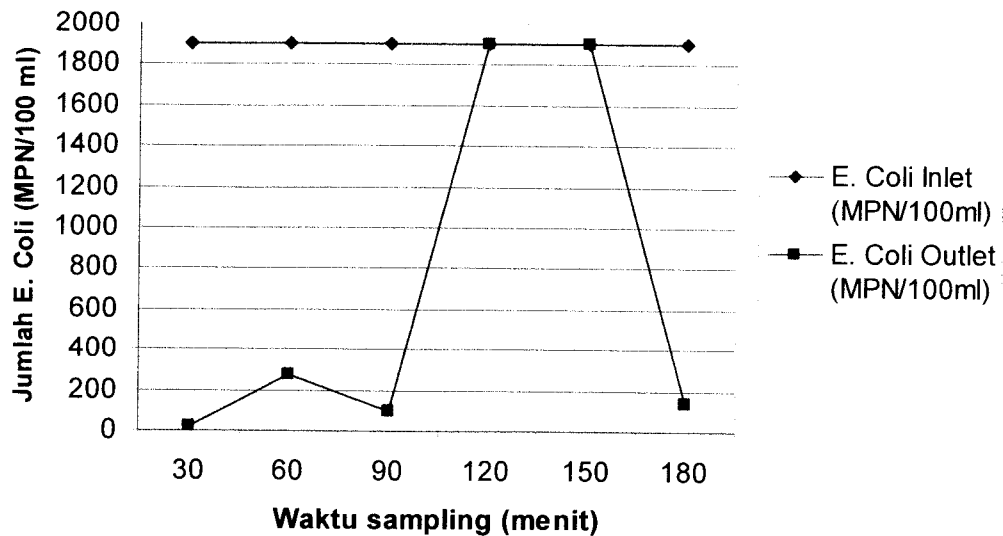
Dari proses *running* yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 5 % tidak mampu mengolah air limbah domestik. Hal ini disebabkan karena pada membran keramik memiliki pori yang berukuran lebih kecil yaitu  $35,0415 \times 10^{-4}$  mikron, dari pada partikel-partikel yang terkandung dalam air limbah domestik sehingga menyebabkan air buangan tidak mampu melewati pori-pori pada membran keramik.

b. Membran Keramik dengan Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 %

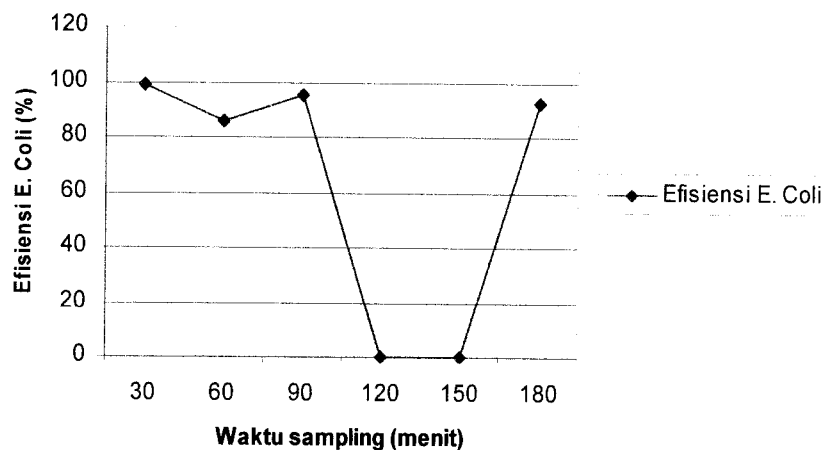
Adapun data hasil pengujian *E. Coli* dan efisiensinya dengan menggunakan membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 %, dapat dilihat pada Tabel 4.2, Gambar 4.1 dan Gambar 4.2.

**Tabel 4.2 Data Konsentrasi Bakteri *E. Coli* pada Membran Keramik 7,5 %**

Waktu (menit)	Inlet (MPN/100 ml)	Outlet (MPN/100 ml)	Efisiensi (%)
30	1898	20	98,9463
60	1898	271	85,7218
90	1898	95	94,9947
120	1898	1898	0,0000
150	1898	1898	0,0000
180	1898	139	92,6765



**Gambar 4.1** Konsentrasi Bakteri *E. Coli* pada Membran Keramik 7,5 %



**Gambar 4.2** Efisiensi *E. Coli* pada Membran Keramik 7,5 %

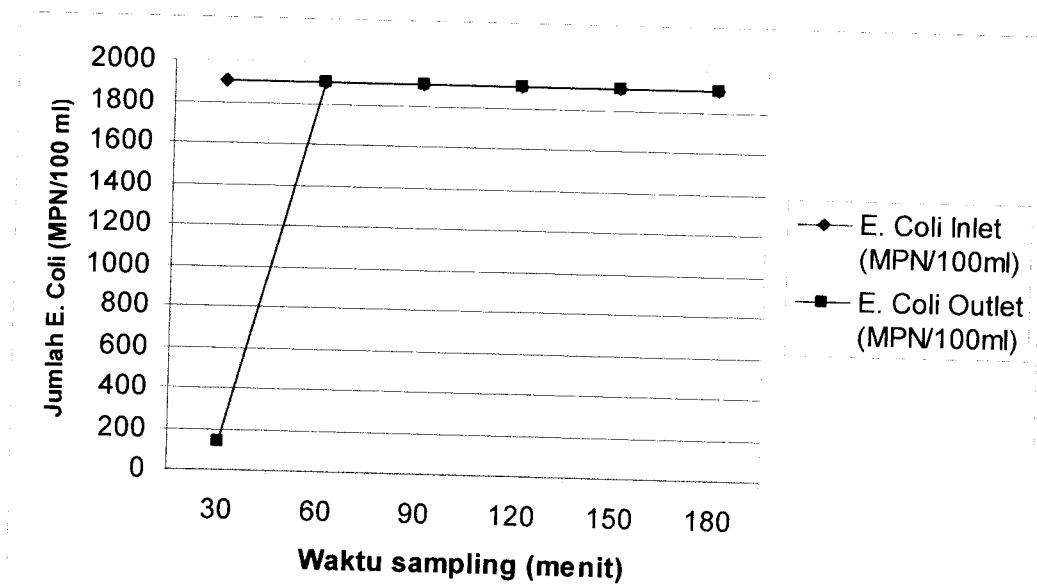
Pada Tabel 4.2 dan Gambar 4.2 efisiensi dari penggunaan membran keramik 7,5 % dalam menurunkan konsentrasi *E. Coli* berturut-turut per 30 menit dalam waktu 3 jam yaitu : 98,9463 %, 85,7218 %, 94,9947 %, 0 %, 0 %, 92,6765 %. Dari hasil yang didapatkan untuk penurunan konsentrasi *E. Coli* efisiensi yang terbesar terjadi pada waktu ke 30 menit yaitu sebesar 98,9463 %.

c. Membran Keramik dengan Komposisi Serbuk Gergaji 10 %

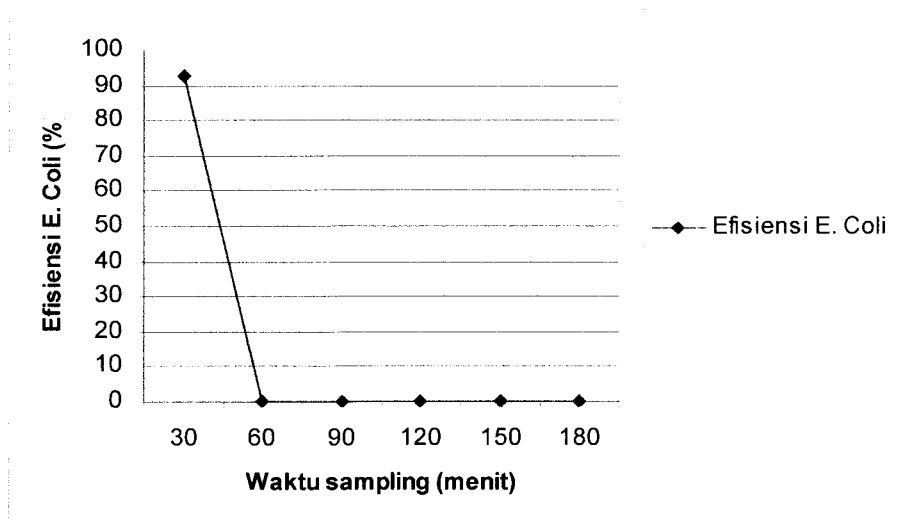
Adapun data hasil pengujian *E. Coli* dan efisiensinya dengan menggunakan membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 10 %, dapat dilihat pada Tabel 4.3, Gambar 4.3 dan Gambar 4.4.

**Tabel 4.3 Data Konsentrasi Bakteri *E. Coli* pada Membran Keramik 10 %**

Waktu (menit)	Inlet (MPN/100 ml)	Outlet (MPN/100 ml)	Efisiensi (%)
30	1898	139	92,6765
60	1898	1898	0,0000
90	1898	1898	0,0000
120	1898	1898	0,0000
150	1898	1898	0,0000
180	1898	1898	0,0000



**Gambar 4.3 Konsentrasi Bakteri *E. Coli* pada Membran Keramik 10 %**



**Gambar 4.4 Efisiensi *E. Coli* pada Membran Keramik 10 %**

Pada Tabel 4.3 dan Gambar 4.4 efisiensi dari penggunaan membran keramik 10 % dalam menurunkan konsentrasi *E. Coli* berturut-turut per 30 menit dalam waktu 3 jam yaitu : 92,6765 %, 0 %, 0 %, 0 %, 0 %, 0 %. Dari hasil yang didapatkan dapat dikatakan bahwa membran keramik ini hanya efektif dalam menurunkan konsentrasi *E. Coli* pada menit ke-30 saja karena efisiensi yang terbesar hanya terjadi pada waktu ke 30 menit yaitu sebesar 92,6765 %.

#### 4.1.2 Analisa Data Pemeriksaan Bakteri *E. Coli*

##### 4.1.2.1 T-Test untuk Analisa *E. Coli* pada Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 %

Dari hasil perhitungan menggunakan excel, diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata} \quad : \bar{x}_1 = 1898$$

$$\bar{x}_2 = 720,1666667$$

Standar deviasi	: $s_1$	= 0
	$s_2$	= 915,9863354
Varians	: $S_1$	= 0
	$S_2$	= 839030,9667
Korelasi	: $r_1$	= 0

$$t_{\text{hitung}} = 3,14550631$$

$$\text{Dengan } \alpha = 0.05, dk = n_1 + n_2 - 2 = 6 + 6 + 2 = 10$$

$$\text{Sehingga diperoleh } t_{\text{tabel}} = 1,812$$

Dari data diatas didapat perbandingan  $t_{\text{tabel}}$  dengan  $t_{\text{hitung}}$  ternyata  $-t_{\text{tabel}} \leq t_{\text{hitung}} \leq +t_{\text{tabel}} = -1,812 < 3,14550631 > 1,812$ .

Sehingga dapat disimpulkan :

Analisa *E. Coli* dengan menggunakan uji t pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 % menunjukkan hasil bahwa nilai  $t_{\text{hitung}}$  lebih besar dari nilai  $t_{\text{tabel}}$  ( $3,14550631 > 1,812$ ), maka dapat dikatakan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi *E. Coli* pada inlet dan outlet limbah domestik.

#### 4.1.2.2 T-Test untuk Analisa *E. Coli* pada Komposisi Serbuk Gergaji 10 %

Dari hasil perhitungan menggunakan excel, diperoleh hasil sebagai berikut:

Rata-rata	: $\bar{x}_1$	= 1898
	$\bar{x}_2$	= 1604,833333
Standar deviasi	: $s_1$	= 0

$$s_2 = 718,1087429$$

$$\text{Varians} : S_1 = 0$$

$$S_2 = 515680,1667$$

$$\text{Korelasi} : r_1 = 0$$

$$t_{\text{hitung}} = 0,998298836$$

$$\text{Dengan } \alpha = 0.05, dk = n_1 + n_2 - 2 = 6 + 6 + 2 = 10$$

$$\text{Sehingga diperoleh } t_{\text{tabel}} = 1,812$$

Dari data diatas didapat perbandingan  $t_{\text{tabel}}$  dengan  $t_{\text{hitung}}$  ternyata  $-t_{\text{tabel}} \leq t_{\text{hitung}} \leq +t_{\text{tabel}} = -1,812 < 0,998298836 < 1,812$ .

Sehingga dapat disimpulkan :

Analisa *E. Coli* dengan menggunakan uji t pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 10 % menunjukkan hasil bahwa nilai t hitung lebih kecil dari nilai t tabel ( $0,998298836 < 1,812$ ), maka dapat dikatakan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi *E. Coli* pada inlet dan outlet limbah domestik.

#### 4.1.3 Pembahasan Konsentrasi *E. Coli* pada Membran Keramik

Pemeriksaan kehadiran *Coli* di dalam air dilakukan berdasarkan penggunaan medium kaldu laktosa dan BGLB (*Brilliant Green Lactose Bile Broth*) yang ditempatkan dalam tabung reaksi yang telah berisi tabung durham (tabung kecil yang letaknya terbalik, digunakan untuk menangkap gas yang terjadi akibat fermentasi laktosa menjadi asam dan gas). Untuk memperkirakan jumlah bakteri

*E. Coli* yang terkandung dalam 100 ml air digunakan tabel MPN (*Most Probable Number*).

Hasil pengujian pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 % dan 10 % (dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.3) menunjukkan bahwa tidak terjadi penurunan konsentrasi *E. Coli* pada inlet yaitu sebesar 1898 MPN/100 ml. Hal ini disebabkan karena bakteri *E. Coli* berkembang biak sangat cepat hanya dalam beberapa menit saja bakteri telah memperbanyak diri sehingga konsentrasi *E. Coli* yang terkandung pada limbah domestik ini menjadi sangat tinggi. Pemiakan terjadi setiap 15-30 menit pada lingkungan yang ideal, yakni cukup pakan, oksigen dan nutrisi lain.

Pada outlet yang dihasilkan dari pengolahan dengan menggunakan membran keramik pada komposisi serbuk gergaji 7,5 % menunjukkan hasil yang tidak stabil, dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan Gambar 4.1 terjadi penurunan konsentrasi *E. Coli* pada menit ke-30 yaitu sebesar 20 MPN/100 ml dan ke-90 yaitu sebesar 95 MPN/100 ml sedangkan terjadi peningkatan konsentrasi kembali pada menit ke-60 yaitu sebesar 271 MPN/100 ml dan menit ke-120 sampai menit ke-150 sebesar 1898 MPN/100 ml dan terjadi penurunan kembali pada menit ke-180 sebesar 139 MPN/100 ml.

Sedangkan pada membran keramik dengan komposisi 10 % terjadi penurunan hanya pada menit ke-30 yaitu sebesar 139 MPN/100 ml sedangkan untuk menit ke-60 sampai menit ke-180 mengalami peningkatan dan berada pada kondisi stabil yaitu sebesar 1898 MPN/100 ml, dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan Gambar 4.3.

Pada membran keramik terjadi proses penyaringan (filtrasi) dan penyerapan (adsorpsi), dimana pada proses filtrasi air buangan akan terjadi proses pemurnian air dari partikel-partikel zat tersuspensi yang terlalu besar dengan jumlah pemisah melalui pori-pori pada dinding membran keramik sedangkan pada proses adsorpsi terjadi proses dimana molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat adsorben akibat ikatan kimia fisik antara substansi dengan zat penyerap. Dimana pada prosesnya bakteri *E. Coli* yang terdapat dalam limbah domestik diserap dan disaring oleh membran keramik.

Dalam proses filtrasi membran keramik dengan komposisi 7,5 % memiliki pori yang berukuran  $34,4026 \times 10^{-4}$  mikron sedangkan membran keramik dengan komposisi 10 % memiliki pori yang berukuran  $33,8919 \times 10^{-4}$  mikron, dimana keduanya memiliki ukuran pori yang lebih kecil daripada ukuran bakteri *E. Coli* yaitu 1 mikron (Ir. KRT. Tjokrokusumo) sehingga pada saat penyaringan bakteri akan tertahan dan menempel pada dinding keramik. Selain itu, pada proses adsorpsi membran keramik sebagai adsorben akan menyerap limbah domestik sebagai adsorbat dimana semakin halus atau kecil ukuran partikel adsorban semakin luas permukaannya akan menyebabkan daya serapnya semakin besar. Dari proses filtrasi dan adsorpsi yang terjadi di dalam membran keramik menyebabkan terjadinya penurunan konsentrasi *E. Coli*.

Penurunan konsentrasi yang terjadi juga disebabkan karena adanya penurunan suplai nutrisi yang ada dikarenakan terjadinya penurunan bahan organik yang terkandung di dalam limbah domestik akibat proses filtrasi dan

adsorpsi sehingga tidak mampu memenuhi kebutuhan mikroorganisme yang mengakibatkan bakteri mengalami kematian.

Peningkatan konsentrasi yang terjadi pada outlet pada membran keramik 7,5 % dan 10 % disebabkan karena faktor pertumbuhan bakteri yang sangat cepat karena adanya bahan-bahan organik mengandung nutrisi yang cukup bagi pertumbuhan mikroorganisme sehingga mampu memenuhi kebutuhan mikroorganisme akan menyebabkan jumlah bakteri yang terkandung semakin banyak yang pada akhirnya akan mendesak keluar melalui pori-pori sehingga lolos dari membran keramik. Hal inilah yang menyebabkan konsentrasi *E. Coli* di dalam limbah tidak mengalami penurunan setelah melalui membran keramik.

Dalam penanganan bakteri *E. Coli* faktor yang paling penting dan harus dijaga adalah kesterilan seluruh peralatan yang digunakan. Dari hasil penelitian, pada membran keramik 7,5 % dan 10 % waktu yang paling efektif dalam menurunkan konsentrasi *E. Coli* adalah pada menit ke-30. Hal ini disebabkan karena pada waktu ke 30 menit merupakan menit pertama pengambilan sampel dimana membran keramik masih berada dalam kondisi steril sehingga bakteri dapat mengalami penurunan karena adanya bakteri yang tertinggal dan mati pada saat proses penyaringan dan menghasilkan outlet dengan penurunan konsentrasi *E. Coli* cukup baik.

Pada penelitian membran keramik ini, penggunaan komposisi serbuk gergaji yang semakin tinggi akan mempengaruhi pembentukan pori, semakin tinggi komposisi serbuk gergaji yang digunakan maka pori yang terbentuk akan semakin besar. Hal ini terjadi karena pada saat pembakaran (pada suhu 900<sup>0</sup>C-1050<sup>0</sup>C)

serbuk gergaji akan ikut terbakar menjadi abu yang menyebabkan terbentuknya celah (pori) pada dinding membran keramik.

Dari hasil pengujian penggunaan membran keramik dengan kombinasi tanah lempung, pasir kuarsa dan serbuk gergaji yang berfungsi sebagai alat penyaring, efektif dalam menurunkan konsentrasi *E. Coli* pada limbah domestik. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa konsentrasi *E. Coli* berada di bawah standar baku mutu sesuai dengan Keputusan Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta No: 214/KPTS/1991 tentang Baku Mutu Lingkungan Daerah untuk Wilayah Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Bagi Baku Mutu Limbah Cair yaitu sebesar 100 MPN/100 ml untuk golongan II.

Adanya bakteri *E. Coli* di dalam air yang tidak memenuhi persyaratan dapat menyebabkan penyakit pada manusia seperti diare, disentri, kolera, dan demam tifus selain itu juga dapat menyebabkan infeksi pada luka yang terbuka. Disamping itu, material fecal yang mengandung *coliforms* yang tidak mengalami perlakuan akan menyebabkan kelebihan material organik di dalam air. Pembusukan material ini akan menghabiskan oksigen di dalam air sehingga akan membunuh ikan dan kehidupan aquatic lainnya. Air yang masih mengandung bakteri *E. Coli* tetapi terdapat dalam jumlah yang masih berada di bawah standar baku mutu dapat dihilangkan dengan cara pemanasan (dimasak) pada suhu  $105^{\circ} \pm 3^{\circ} \text{C}$  selama  $\pm 15$  menit.

## 4.2 Parameter *Total Dissolved Solid* (TDS)

### 4.2.1 Hasil Pengujian TDS

Pengukuran TDS dilakukan dengan menggunakan membran keramik pada komposisi serbuk gergaji 5 %, 7,5 % dan 10 %. Pada pengujian ini titik sampling yang diukur yaitu inlet dengan variasi waktu 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit, dan 180 menit dan outlet dengan variasi waktu 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit, dan 180 menit. Berikut adalah hasil pengukuran dan grafik konsentrasi TDS didalam reaktor membran keramik dengan variasi serbuk gergaji.

a. Membran Keramik dengan Komposisi Serbuk Gergaji 5 %

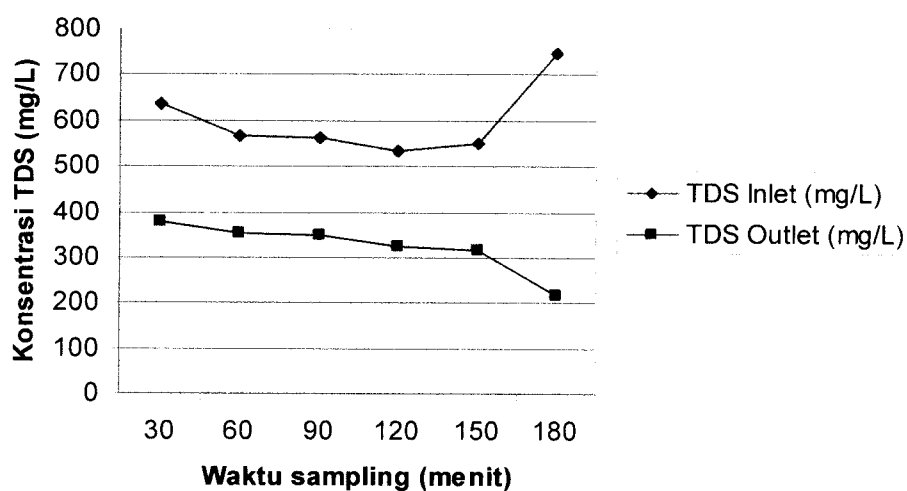
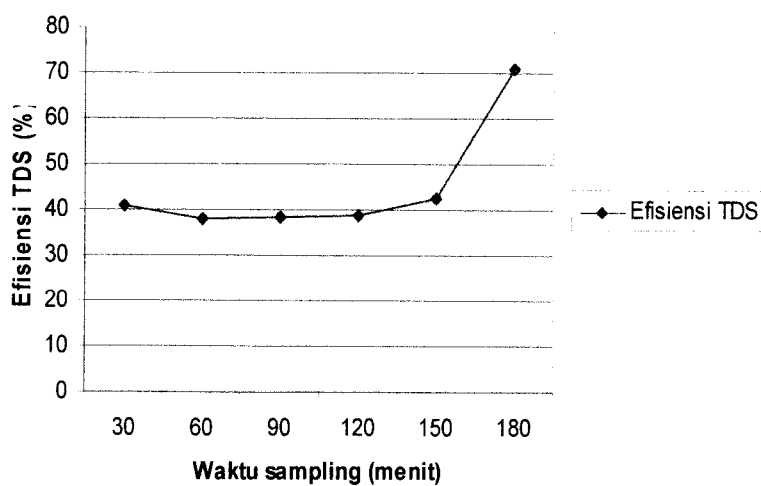
Dari proses *running* yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 5 % tidak mampu mengolah air limbah domestik. Hal ini disebabkan karena pada membran keramik memiliki pori yang berukuran lebih kecil yaitu  $35,0415 \times 10^{-4}$  mikron, dari pada partikel-partikel yang terkandung dalam air limbah domestik sehingga menyebabkan air buangan tidak mampu melewati pori-pori pada membran keramik.

b. Membran Keramik dengan Komposisi Serbuk Gergaji 7,5 %

Adapun data hasil pengujian TDS dan efisiensinya dengan menggunakan membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 %, dapat dilihat pada Tabel 4.4, Gambar 4.5 dan Gambar 4.6.

**Tabel 4.4 Data Konsentrasi TDS pada Membran Keramik 7,5 %**

Waktu (menit)	Berat Cawan Kosong		Berat Cawan Isi		TDS		Efisiensi (%)
	Inlet (gr)	Outlet (gr)	Inlet (gr)	Outlet (gr)	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	
30	38,1628	40,8397	38,1787	40,8491	636	376	40,8805
60	32,7882	28,3390	32,8024	28,3478	568	352	38,0282
90	29,2455	22,3613	29,2596	22,37	564	348	38,2979
120	27,2062	37,1426	27,2195	37,1507	532	325	38,9098
150	38,0841	38,9780	38,0978	38,9859	551	316	42,6150
180	31,8997	20,8651	31,9184	20,8706	747	219	70,7143

**Gambar 4.5 Konsentrasi TDS pada Membran Keramik 7,5 %****Gambar 4.6 Efisiensi TDS pada Membran Keramik 7,5 %**

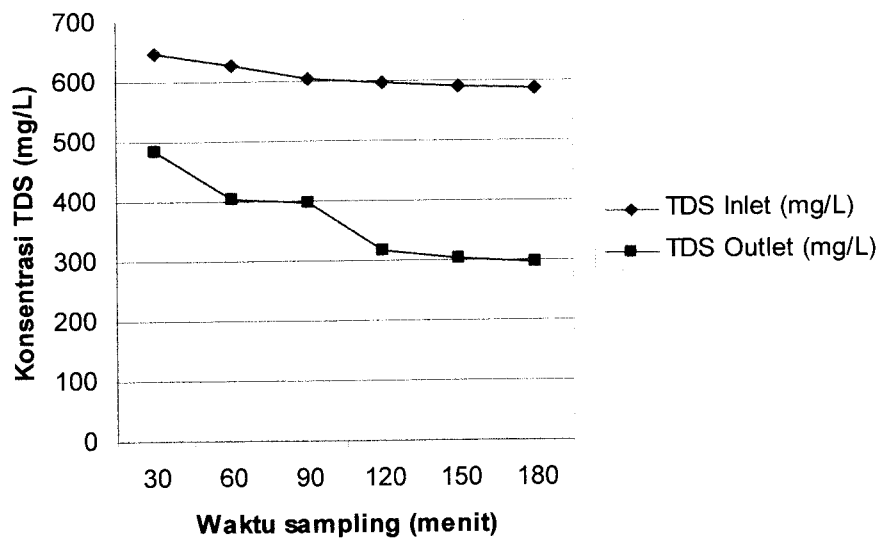
Pada Tabel 4.4 dan Gambar 4.6 efisiensi dari penggunaan membran keramik 7,5 % dalam menurunkan konsentrasi TDS berturut-turut per 30 menit dalam waktu 3 jam yaitu : 40,8805 %, 38,0282 %, 38,2979 %, 38,9098 %, 42,6150 %, 70,7143 %. Dari hasil yang didapatkan untuk penurunan konsentrasi TDS dapat dikatakan bahwa efisiensinya mengalami kenaikan secara signifikan dimana efisiensi yang terbesar terjadi pada waktu ke 180 menit yaitu sebesar 70,7143 %.

c. Membran Keramik dengan Komposisi Serbuk Gergaji 10 %

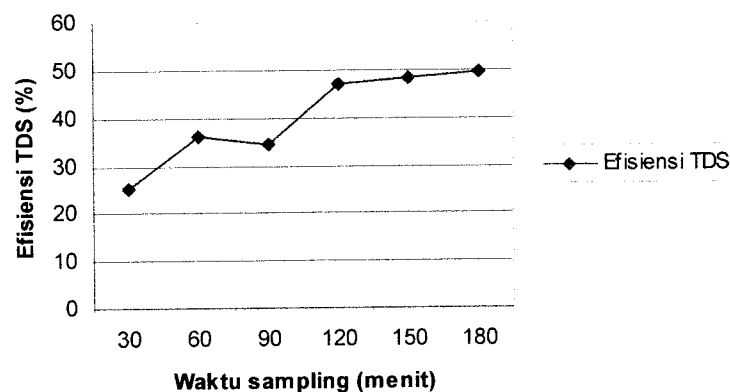
Adapun data hasil pengujian TDS dan efisiensinya dengan menggunakan membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 10 %, dapat dilihat pada Tabel 4.5, Gambar 4.7 dan Gambar 4.8.

**Tabel 4.5 Data Konsentrasi TDS pada Membran Keramik 10 %**

Waktu (menit)	Berat Cawan Kosong		Berat Cawan Isi		TDS		Efisiensi (%)
	Inlet (gr)	Outlet (gr)	Inlet (gr)	Outlet (gr)	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	
30	38,1710	40,8413	38,1807	40,8534	648	484	25,3086
60	32,7901	28,3433	32,8058	28,3534	628	402	35,9873
90	29,2891	22,3652	29,3042	22,3751	604	396	34,4371
120	27,2077	37,1417	27,2226	37,1496	596	316	46,9799
150	38,0859	38,9811	38,1006	38,9887	589	304	48,4163
180	31,8907	20,8952	31,9054	20,9026	588	296	49,6599



**Gambar 4.7** Konsentrasi TDS pada Membran Keramik 10 %



**Gambar 4.8** Efisiensi TDS pada Membran Keramik 10 %

Pada Tabel 4.5 efisiensi dari penggunaan membran keramik 10 % dalam menurunkan konsentrasi TDS berturut-turut per 30 menit dalam waktu 3 jam yaitu : 25,3086 %, 35,9873 %, 34,4371 %, 46,9799 %, 48,4163 %, 49,6599 %. Dari hasil yang didapatkan dalam penurunan konsentrasi TDS efisiensinya mengalami kenaikan secara signifikan (dapat dilihat pada Gambar 4.8) sehingga dapat dikatakan bahwa

efisiensi yang terbesar berada pada waktu ke 180 menit yaitu sebesar 49,6599 %.

## 4.2.2 Analisa Data TDS

### 4.2.2.1 T-Test untuk Analisa TDS pada Komposisi Serbuk Gergaji 7.5 %

Dari hasil perhitungan menggunakan excel, diperoleh hasil sebagai berikut:

Rata-rata	$\bar{x}_1$	= 599,6666667
	$\bar{x}_2$	= 322,6666667
Standar deviasi	$s_1$	= 80,31106192
	$s_2$	= 55,03332324
Varians	$S_1$	= 6449,866667
	$S_2$	= 3028,333337
Korelasi	$r_1$	= -0,67884152

$$t_{\text{hitung}} = 6,826021487$$

$$\text{Dengan } \alpha = 0.05, dk = n_1 + n_2 - 2 = 6 + 6 + 2 = 10$$

$$\text{Sehingga diperoleh } t_{\text{tabel}} = 1,812$$

Dari data diatas didapat perbandingan t tabel dengan t hitung ternyata -t tabel  $\leq$  t hitung  $\geq$  + t tabel = -1,812 < 6,826021487 > 1,812.

Sehingga dapat disimpulkan :

Penggunaan membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 % menunjukkan hasil bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara

konsentrasi TDS pada inlet dan outlet pada limbah domestik karena nilai  $t$  hitung yang lebih besar dari pada nilai  $t$  tabel ( $6,826021487 > 1,812$ ).

#### 4.2.2.2 T-Test untuk Analisa TDS pada Komposisi Serbuk Gergaji 10 %

Dari hasil perhitungan menggunakan excel, diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata} \quad : \bar{x}_1 = 608,8333333$$

$$\bar{x}_2 = 333$$

$$\text{Standar deviasi} \quad : s_1 = 24,15298463$$

$$s_2 = 32,58834147$$

$$\text{Varians} \quad : S_1 = 583,3666667$$

$$S_2 = 1062$$

$$\text{Korelasi} \quad : r_1 = 0,953112129$$

$$t_{\text{hitung}} = 16,82612166$$

$$\text{Dengan } \alpha = 0.05, dk = n_1 + n_2 - 2 = 6 + 6 + 2 = 10$$

$$\text{Sehingga diperoleh } t \text{ tabel} = 1,812$$

Dari data diatas didapat perbandingan  $t$  tabel dengan  $t$  hitung ternyata  $-t$  tabel  $\leq t$  hitung  $\geq +t$  tabel  $= -1,812 < 16,82612166 > 1,812$ .

Sehingga dapat disimpulkan :

Dari analisis data menunjukkan bahwa pada membran keramik 10 % terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TDS pada inlet dan outlet air limbah domestik, karena nilai  $t$  hitung yang lebih besar dari pada nilai  $t$  tabel ( $16,82612166 > 1,812$ ).

### 4.2.3 Pembahasan Konsentrasi TDS pada Membran Keramik

Padatan Terlarut Total ((*Total Dissolved Solid* atau TDS) adalah bahan-bahan terlarut (diameter  $< 10^{-3} \mu\text{m}$ ) dan koloid (diameter  $10^{-3} \mu\text{m} - 1 \mu\text{m}$ ) yang berupa senyawa-senyawa kimia dan bahan-bahan lain, yang tidak tersaring pada kertas saring berdiameter  $0,45 \mu\text{m}$  (Rao, 1992). Pengujian TDS dilakukan dengan menyaring sampel dengan filter kertas kemudian cairan yang lolos dikeringkan pada  $105^{\circ}\text{C}$  hingga garam-garam mengendap (presipitasi).

Dari hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa konsentrasi TDS masih berada di bawah standar baku mutu sesuai dengan Keputusan Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta No: 214/KPTS/1991 tentang Baku Mutu Lingkungan Daerah untuk Wilayah Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Bagi Baku Mutu Limbah Cair untuk golongan II.

Hasil penelitian dengan menggunakan membran keramik pada komposisi serbuk gergaji 7,5 % menurut Gambar 4.5 menunjukkan bahwa konsentrasi TDS pada inlet semakin menurun tetapi terjadi kenaikan pada menit ke-150 dan menit ke-180. Sedangkan pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 10 %, dapat dilihat pada Gambar 4.7, menunjukkan penurunan konsentrasi TDS secara signifikan.

Penurunan yang terjadi pada inlet disebabkan karena terjadinya proses pengendapan partikel-partikel di dalam air buangan sehingga partikel-partikel terlarut menjadi mengendap di dasar bak sehingga menurunkan konsentrasi TDS pada limbah. Sedangkan untuk peningkatan yang terjadi pada inlet membran keramik 7,5 % disebabkan karena adanya penambahan limbah pada menit ke-150

sehingga konsentrasi TDS menjadi meningkat karena kandungan limbah memiliki konsentrasi TDS yang berbeda dengan kandungan limbah sebelumnya.

Outlet yang dihasilkan pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 % dan 10 % menunjukkan hasil yang baik karena membran keramik ini dapat menurunkan konsentrasi TDS. Pada komposisi 7,5 % dapat menurunkan konsentrasi TDS dari 636 mg/L menjadi 219 mg/L. Sedangkan pada komposisi 10 % terjadi penurunan konsentrasi TDS dari 648 mg/L menjadi 296 mg/L. Hal ini, terjadi karena adanya proses penyaringan (filtrasi) dan penyerapan (adsorpsi) di dalam membran keramik. Dimana partikel-partikel terlarut akan tersaring dan terserap pada dinding membran keramik.

Keramik bakaran rendah pada umumnya berpori (*porous*), sehingga air didalamnya dapat merembes keluar melalui pori-pori dindingnya. Serbuk gergaji yang digunakan pada membran keramik juga berfungsi untuk membentuk pori-pori pada membran keramik. Dimana untuk membran keramik 7,5 % memiliki ukuran pori  $34,4026 \times 10^{-4}$  mikron sedangkan untuk membran keramik 10 % memiliki ukuran pori  $33,8918 \times 10^{-4}$  mikron. Ukuran zat padat terlarut yang lebih kecil dari pada pori-pori menyebabkan zat padat terlarut akan lolos pada saat penyaringan akan tetapi adanya proses adsorpsi menyebabkan zat terlarut diserap oleh membran keramik sehingga zat terlarut akan menempel pada dinding keramik. Bilamana adsorban dibiarkan berkontak dengan suatu larutan, pada penelitian ini membran keramik sebagai adsorban dan limbah domestik sebagai adsorbat, maka jumlah zat terlarut yang diadsorpsi pada permukaan adsorban akan meningkat sehingga konsentrasi zat terlarut akan menurun setelah beberapa saat.

Daya adsorpsi molekul dari suatu adsorbat akan meningkat apabila waktu kontakannya dengan membran keramik lama. Makin lama waktu kontakannya akan memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul adsorbat berlangsung lebih baik sehingga dapat menyebabkan penurunan pada TDS. Disamping itu, proses adsorpsi yang terjadi dipengaruhi oleh bahan penyerap (adsorben). 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. Kesetimbangan adsorpsi akan tercapai bilamana jumlah molekul yang meninggalkan permukaan adsorban sama dengan jumlah molekul yang diadsorpsi pada permukaan adsorban. Beberapa sifat yang harus dipenuhi oleh zat penyerap (adsorban), 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 adsorpsi sangat mempengaruhi proses adsorpsi dan juga mempengaruhi kapasitas adsorpsi.

Adapun faktor yang mempengaruhi kapasitas adsorpsi, yaitu:

1. Luas permukaan adsorben.

Semakin luas permukaan adsorben, semakin banyak adsorbat yang dapat diserap, sehingga proses adsorpsi 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 (Tchobanoglous, 1991).

## 3. Waktu kontak

Waktu kontak merupakan suatu hal yang sangat menentukan dalam proses adsorpsi. Waktu kontak yang lebih lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul adsorbat berlangsung lebih baik. Konsentrasi zat-zat organik akan turun apabila waktu kontak nya cukup dan waktu kontak berkisar 10 – 15 menit (Reynolds, 1982).

## 4. Distribusi ukuran pori

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

Konsentrasi TDS yang tinggi dapat mengakibatkan tingginya daya hantar listrik, dimana daya hantar listrik yang tinggi akan meningkatkan ionisasi yang dapat menyebabkan korosi pada pipa.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian, analisa dan pembahasan yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Terjadi penurunan konsentrasi bakteri *E. Coli* pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5 % sebesar 98,9463 % dari konsentrasi 1898 MPN/100 ml menjadi 20 MPN/100 ml pada menit ke 30 sedangkan pada komposisi serbuk gergaji 10 % terjadi pengurangan sebesar 92,6765 % dari konsentrasi 1898 MPN/100 ml menjadi 139 MPN/100 ml.
2. Pada membran keramik 7,5 % konsentrasi TDS mengalami penurunan sebesar 70,7143 % dari 636 mg/L menjadi 219 mg/L sedangkan pada membran keramik 10 % terjadi penurunan sebesar 49,6599 % dari 648 mg/L menjadi 296 mg/L.
3. Membran keramik yang paling efektif dalam menurunkan bakteri *E. Coli* dan TDS adalah membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7.5 %.
4. Untuk penggunaan membran keramik 7,5 % dan 10 % waktu yang paling efektif untuk menurunkan *E. Coli* adalah pada menit ke-30 sedangkan untuk TDS menit ke-180 merupakan waktu yang efektif dalam menurunkan konsentrasi TDS pada air limbah domestik.

## 5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan pada penelitian dengan menggunakan membran keramik ini adalah:

1. Untuk pemeriksaan *E.Coli* sangat penting diperhatikan dalam sterilisasi alat terutama untuk membran keramik yang akan digunakan dengan cara dicuci dan dioven untuk mencegah adanya mikroorganisme yang tertinggal pada membran keramik, perlakuan ini juga bertujuan untuk menghilangkan sisa-sisa pembakaran dari pembakaran keramik tersebut.
2. Perlu dilakukannya pengukuran pH pada setiap pengambilan sampel.
3. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan adanya penambahan variasi komposisi serbuk gergaji agar dapat membandingkan kualitas *effluent* yang dihasilkan. Selain itu, perlu dilakukannya penambahan variasi waktu untuk dapat mengetahui waktu jenuh dari membran keramik yang digunakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts,G. 1984. *Metodologi Penelitian Air*. Usaha Nasional Indonesia: Surabaya.
- Alimuddin. *Optimasi Pengolahan Secara Konvensionalair Sungai Karang Mumus Dan Pemanfaatan Serbuk Gergaji Dalam Pengolahannya*. Diambil dari website [www.kemendagri.go.id](http://www.kemendagri.go.id) . Update 2002. Download 4 April 2006.
- Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup. *Saringan Air Keramik Penjernih Air Minum Bebas Bakteri*. Diambil dari website [www.bplh.go.id](http://www.bplh.go.id) . Update. Download 5 Agustus 2006
- Cristady, H. H. 2002. *Mekanika Tanah I, Edisi kedua*. Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.
- Darmawan, Taufiq. 2002. *Skripsi Efisiensi Penutupan Pistia Stratiotes Pada Bak Pengolahan Bertingkat Untuk Menurunkan BOD dan COD Air Limbah Rumah Tangga*. STTL YLH: Yogyakarta
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairaan*. Kanisius: Yogyakarta.
- Fitriani, Rima. 2006. *Skripsi Penurunan COD, Pemeriksaan Bakteri E.Coli, dan pH Pada Pengolahan Air Limbah Domestik Menggunakan Reaktor Anaerobik Roughing Filter Aliran Horizontal*. JTL UII: Yogyakarta
- Grim, R.E. 1953. *Clay Mineralogy, Second Edition*. Mc Graw Hill Book Company: Newyork.

- Hari S.P. 1994. Skripsi STTL *Penurunan Kadar Fe dan Mn Air Sumur Gali Menggunakan Pasir Kwarsa Yang Diaktifkan Dengan  $KMnO_4$  5 % STTL*: Yogyakarta
- Imansyah, Budi. *Pencegahan Cemaran Limbah Domestik*. Diambil dari website . Update 2005. Download 15 Agustus 2006.
- Mahida, C.F. 1981. *Biology of Fresh Water Pollution, Long Man*. London and NewYork.
- Metcalf and Eddy. 1991. *Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse*. Mc Graw Hill, International Edition, Third Edition.
- Olphen, V. 1993. *An Intoduction To Clay Colloid Chemistry*. Willey Interscience. Newyork
- Reynolds, T. D. 1982. *Unit Operations and Process in Environmental Engineering*. Texas A&M University, Brooks/Cole Engineering Division, Monterey, California, USA.
- Subiarto. 2005. *Penyerapan dan Co-6 Dari Limbah radioaktif Cair Dengan menggunakan Arang Aktif Lokal*. Pusat Pengembangan Pengelolaan limbah Radioaktif Batan : Yogyakarta
- Sugiharto. 1987. *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah*. Penerbit Universitas Indonesia: Jakarta.
- Tjokrokusumo, Ir. KRT. 1998. *Pengantar Enjineering Lingkungan*. STTL "YLH".

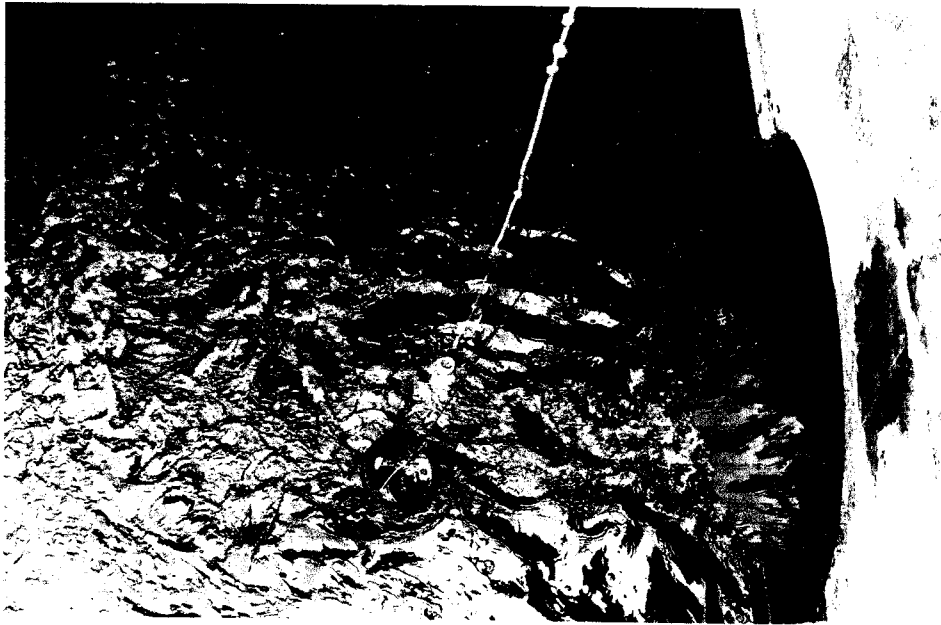
Utomo, Mulyadi Agus. *Keramik Bali Kuno*. Diambil dari website  
. Update 2003. Download 6 September 2006

Wardana, Wisnu Arya. 1995. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Penerbit: Andi  
Offset: Yogyakarta.

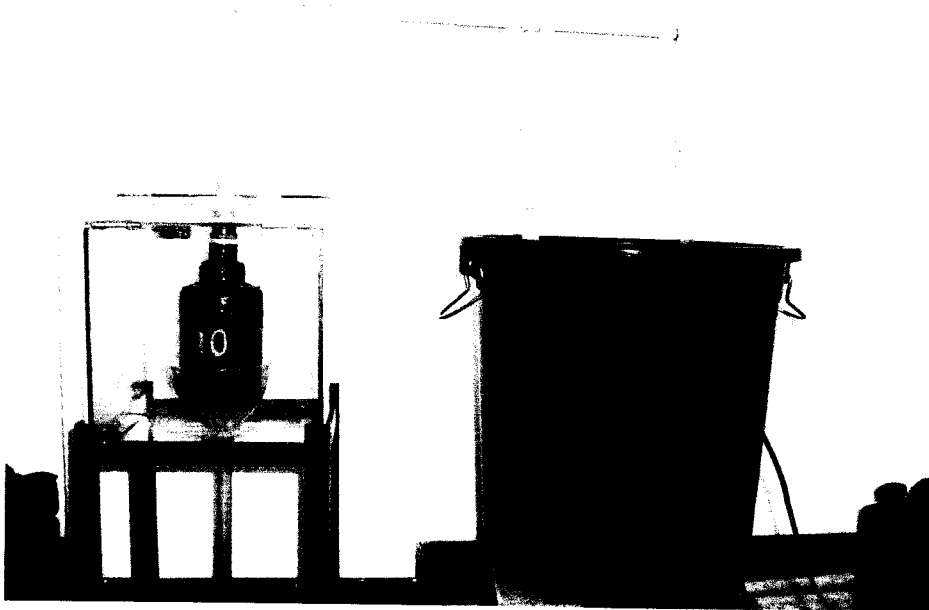
# **LAMPIRAN**

## **1**

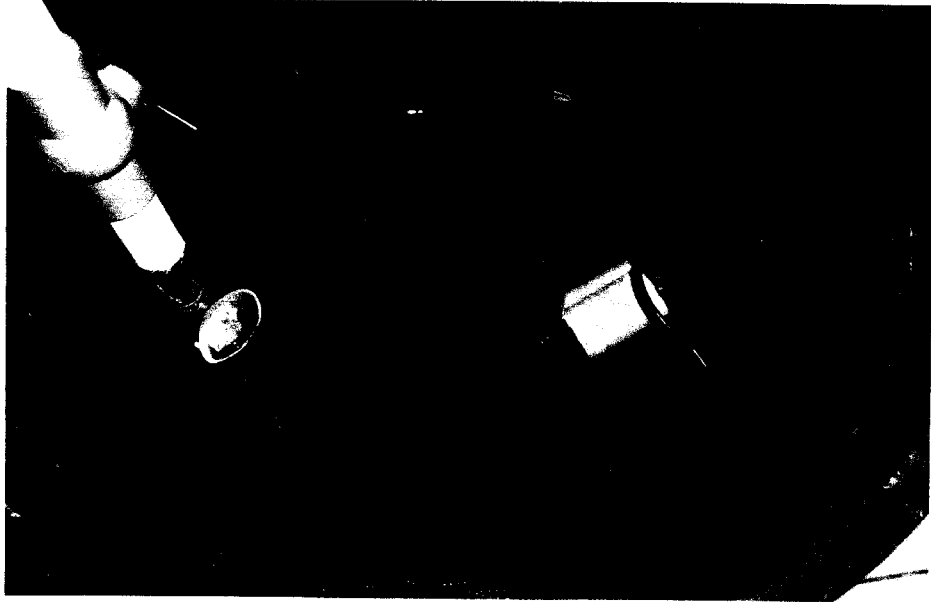
## LAMPIRAN 1



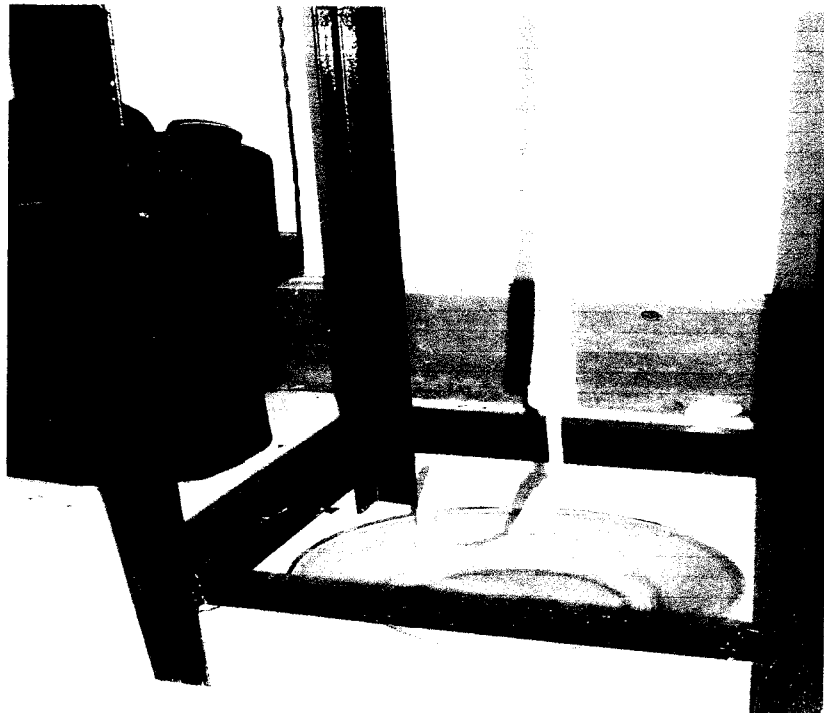
**Gambar 1. Pengambilan Limbah di IPAL Sewon, Bantul**



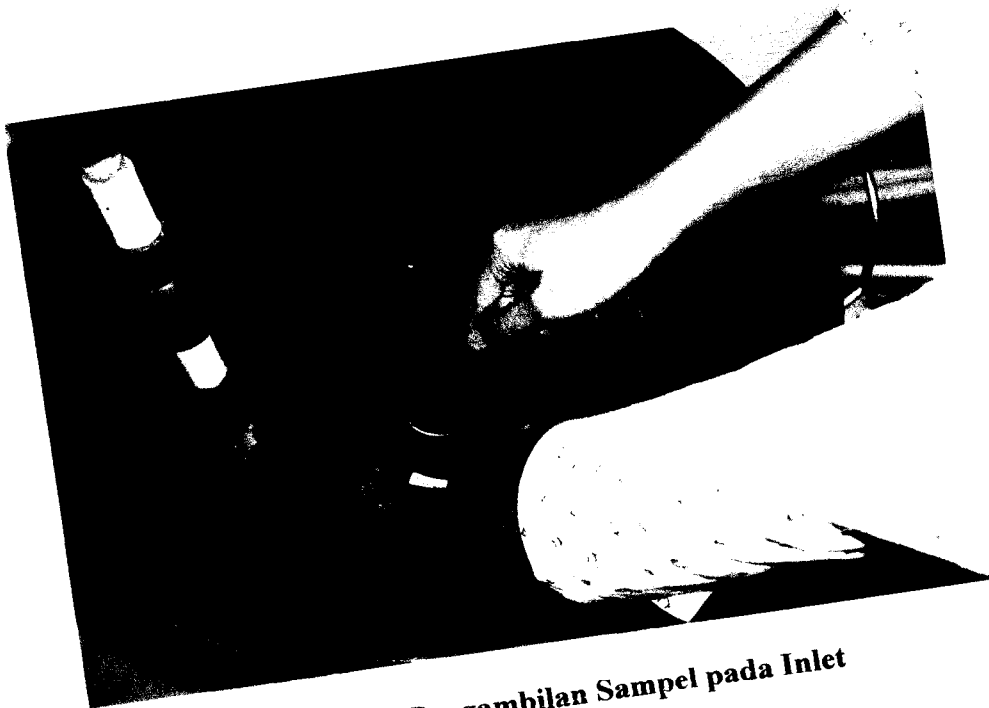
**Gambar 2. Reaktor Membran Keramik**



**Gambar 3. Bak Penampung (Inlet)**



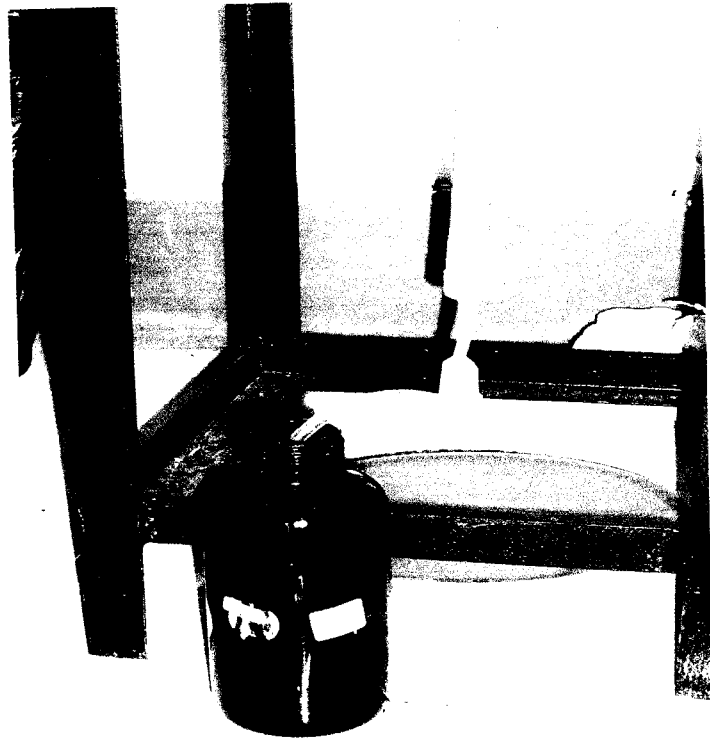
**Gambar 4. Outlet dari Reaktor Membran Keramik**



**Gambar 5. Pengambilan Sampel pada Inlet**



**Gambar 6. Effluent yang Keluar dari Membran Keramik**



**Gambar 7. Pengambilan Sampel pada Outlet**



**Gambar 8. Effluent Limbah Domestik Setelah di Proses pada Reaktor Membran Keramik**

L  
I  
I  
F  
L  
H  
H  
L  
s

# LAMPIRAN

## 2

**Langkah 4 : Mencari t hitung**

$$t_{\text{hitung}} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1}{n_1} + \frac{S_2}{n_2} - 2r\left(\frac{s_1}{\sqrt{n_1}}\right) + \left(\frac{s_2}{\sqrt{n_2}}\right)^2}}$$
$$= \frac{1898 - 720,1666667}{\sqrt{\frac{0}{6} + \frac{839030,9667}{6} - 2 * (0)\left(\frac{0}{\sqrt{6}}\right) + \left(\frac{915,9863354}{\sqrt{6}}\right)^2}} = 3,14550631$$

**Langkah 5: Menentukan kaidah pengujian**

1. Taraf signifikansinya ( $\alpha = 0.05$ )
2.  $dk = n_1 + n_2 - 2 = 6 + 6 - 2 = 10$

Sehingga diperoleh t tabel = 1,812

3. Kriteria pengujian dua pihak

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

**Langkah 6: Membandingkan t tabel dengan t hitung**

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

Atau  $-1,812 < 3,14550631 < 1,812$ , maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima.

**Langkah 7 : Kesimpulan**

$H_a$  : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi *E. Coli* pada inlet dan outlet DITERIMA

**Langkah 4 : Mencari t hitung**

$$\begin{aligned}t_{hitung} &= \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1}{n_1} + \frac{S_2}{n_2} - 2r\left(\frac{s_1}{\sqrt{n_1}}\right) + \left(\frac{s_2}{\sqrt{n_2}}\right)}} \\ &= \frac{599,6667 - 322,6667}{\sqrt{\frac{6449,8667}{6} + \frac{3028,6667}{6} - 2 * (-0,6788)\left(\frac{80,3111}{\sqrt{6}}\right) + \left(\frac{55,0333}{\sqrt{6}}\right)}} \\ &= 6,826021487\end{aligned}$$

**Langkah 5: Menentukan kaidah pengujian**

1. Taraf signifikansinya ( $\alpha = 0.05$ )
2.  $dk = n_1 + n_2 - 2 = 6 + 6 - 2 = 10$

Sehingga diperoleh t tabel = 1,812

3. Kriteria pengujian dua pihak

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

**Langkah 6: Membandingkan t tabel dengan t hitung**

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

Atau  $-1,812 < 6,826021487 < 1,812$ , maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima.

**Langkah 7 : Kesimpulan**

$H_a$  : Terdapat perbedaan yang signifikan antara jumlah TDS pada inlet dan outlet

DITERIMA

Ho : Tidak Terdapat perbedaan yang signifikan antara jumlah TDS pada inlet dan outlet DITOLAK

## 2. Analisa Data Perbandingan Dua Variabel Bebas (Uji t / t-Test) untuk TDS

### 2.2 t-test Analisa TDS pada Membran Keramik 10 %

#### Langkah-Langkah Pengerjaan t-test Analisa Jumlah TDS

**Langkah 1:** Membuat Ha dan Ho dalam bentuk kalimat

Ha : Terdapat perbedaan yang signifikan antara jumlah TDS pada inlet dan outlet

Ho : Tidak Terdapat perbedaan yang signifikan antara jumlah TDS 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 ( $X_r$ ); standar deviasi (s); varians (S) dan korelasi (r)

Menit ke-	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	X1*X2	X1^2	X2^2
30	648	376	243648	419904	141376
60	628	362	227336	394384	131044
90	604	344	207776	364816	118336
120	596	316	188336	355216	99856
150	589	304	179056	346921	92416
180	588	296	174048	345744	87616
<b>Σ</b>	<b>3653</b>	<b>1998</b>	<b>1220200</b>	<b>2226985</b>	<b>670644</b>
<b>Xr</b>	<b>608,83333</b>	<b>333</b>			
<b>Standar Deviasi (s)</b>	<b>24,152985</b>	<b>32,58834147</b>			
<b>Varians (S)</b>	<b>583,36667</b>	<b>1062</b>			
<b>Korelasi (r)</b>	<b>0,9531121</b>				

**Langkah 4 : Mencari t hitung**

$$t_{hitung} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1}{n_1} + \frac{S_2}{n_2} - 2r\left(\frac{s_1}{\sqrt{n_1}}\right) + \left(\frac{s_2}{\sqrt{n_2}}\right)}}$$
$$= \frac{608,8333 - 333}{\sqrt{\frac{583,36667}{6} + \frac{1062}{6} - 2 * (0,9531121) \left(\frac{24,152985}{\sqrt{6}}\right) + \left(\frac{32,58834147}{\sqrt{6}}\right)}}$$
$$= 16,82612166$$

**Langkah 5: Menentukan kaidah pengujian**

4. Taraf signifikansinya ( $\alpha = 0.05$ )
5.  $dk = n_1 + n_2 - 2 = 6 + 6 - 2 = 10$

Sehingga diperoleh t tabel = 1,812

6. Kriteria pengujian dua pihak

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

**Langkah 6: Membandingkan t tabel dengan t hitung**

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

Atau  $-1,812 < 16,82612166 < 1,812$ , maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima.

**Langkah 7 : Kesimpulan**

$H_a$  : Terdapat perbedaan yang signifikan antara jumlah TDS pada inlet dan outlet

DITERIMA

Ho : Tidak Terdapat perbedaan yang signifikan antara jumlah TDS pada inlet dan outlet DITOLAK

# **LAMPIRAN**

**3**

**.PENUANGAN MEDIA DAN MEDIA YANG DIGUNAKAN :**

Tiap-tiap pengenceran sampel 10 X, 100 X, dan 1000 X diambil masing-masing 1 ml dimasukkan kedalam petrie dish steril (1 serial pengenceran ada 3 dish).

Kepada 1 seri pengenceran dituangi media sesuai dengan jenis pemeriksaan yang akan dilakukan.

Jumlah media yang dituangi adalah 15 - 20 ml per-dish.

Dicampur sampai homogen, diadkan diatas meja sampai agar-agaranya membeku.

Kemudian diinkubasikan dengan posisi terbalik, pada suhu 37° C selama 48 jam.

Jenis media yang dituangkan untuk pemeriksaan :

1. Coliform : Violet red bile agar.
2. Escherichia coli : Tergitol 7 agar
3. Enterococci : KF streptococcus agar
4. Vibrio parahaemolytica : Thiosulfate Citrate Bile Sucrose agar + NaCl 6%
5. Staphylococcus aureus : Mannitol Salt agar + 5% Egg yolk
6. Bacillus cereus : Bacillus cereus agar Egg yolk
7. Clostridium perfringens : Handfort agar modified
8. Mould & Yeast : Potato Dextrose agar (inkubasi 30 - 37° C 4 - 5 hari).

Control sterilitas dibuat 1 petrie dish steril diisi 1 ml pelarut, dituangi media yang digunakan untuk tiap-tiap pemeriksaan.

**. FERHITUNGAN KOLONI :**

Perhitungannya seperti pada angka kuman, hanya saja koloni yang dihitung adalah koloni yang sesuai dengan ciri-ciri bakteri yang dihitung.

**TABEL MPN 511 MENURUT FORMULA THOMAS**

JUMLAH TABUNG (+) GAS PADA PENANAMAN			INDEX MPN PER 100 ml
5 X 10 ml	1 X 1 ml	1 X 0,1 ml	
0	0	0	0
0	0	1	2
0	1	0	2
0	1	1	4
1	0	0	2
1	0	1	4
1	1	0	4
1	1	1	7
2	0	0	5
2	0	1	8
2	1	0	8
2	1	1	10
3	0	0	9
3	0	1	12
3	1	0	12
3	1	1	16
4	0	0	17
4	0	1	21
4	1	0	22
4	1	1	27
5	0	0	67
5	0	1	84
5	1	0	265
5	1	1	979

TABEL MPN 333 MENURUT FORMULA THOMAS

Putri

Jumlah TB. (+) Gas pd penanaman			Index MPN per 100 ml	Jumlah TB. (+) Gas pd penanaman			Index MPN per 100 ml
3 X 10 ml	3 X 1 ml	3 X 0,1 ml		3 X 10 ml	3 X 1 ml	3 X 0,1 ml	
0	0	0	0	2	0	0	10
0	0	1	3	2	0	1	14
0	0	2	6	2	0	2	19
0	0	3	9	2	0	3	24
0	1	0	3	2	1	0	15
0	1	1	6	2	1	1	20
0	1	2	9	2	1	2	25
0	1	3	12	2	1	3	30
0	2	0	6	2	2	0	21
0	2	1	9	2	2	1	26
0	2	2	12	2	2	2	31
0	2	3	16	2	2	3	37
0	3	0	9	2	3	0	27
0	3	1	13	2	3	1	33
0	3	2	16	2	3	2	38
0	3	3	19	2	3	3	44
1	0	0	4	3	0	0	29
1	0	1	7	3	0	1	39
1	0	2	11	3	0	2	49
1	0	3	14	3	0	3	60
1	1	0	7	3	1	0	46
1	1	1	11	3	1	1	58
1	1	2	15	3	1	2	72
1	1	3	18	3	1	3	86
1	2	0	11	3	2	0	76
1	2	1	15	3	2	1	95
1	2	2	19	3	2	2	116
1	2	3	23	3	2	3	139
1	3	0	15	3	3	0	190
1	3	1	19	3	3	1	271
1	3	2	23	3	3	2	438
1	3	3	27	3	3	3	7 1898

TABEL MPN 555 MENURUT FORMULA THOMAS

Jumlah TB. (+) Gas pd penanaman			Index MPN per 100 ml	Jumlah TB. (+) Gas pd penanaman			Index MPN per 100 ml
5 X 10 ml	5 X 1 ml	5 X 0,1 ml		5 X 10 ml	5 X 1 ml	5 X 0,1 ml	
0	0	0	0	1	0	0	2
0	0	1	2	1	0	1	4
0	0	2	4	1	0	2	6
0	0	3	5	1	0	3	8
0	0	4	7	1	0	4	10
0	0	5	9	1	0	5	12
0	1	0	2	1	1	0	4
0	1	1	4	1	1	1	6
0	1	2	5	1	1	2	8
0	1	3	7	1	1	3	10
0	1	4	9	1	1	4	12
0	1	5	11	1	1	5	14
0	2	0	4	1	2	0	6
0	2	1	6	1	2	1	8
0	2	2	7	1	2	2	10
0	2	3	9	1	2	3	12
0	2	4	11	1	2	4	14
0	2	5	13	1	2	5	16
0	3	0	6	1	3	0	8
0	3	1	7	1	3	1	10
0	3	2	9	1	3	2	12
0	3	3	11	1	3	3	14
0	3	4	13	1	3	4	17
0	3	5	15	1	3	5	19
0	4	0	7	1	4	0	10
0	4	1	9	1	4	1	13
0	4	2	11	1	4	2	15
0	4	3	13	1	4	3	17
0	4	4	15	1	4	4	19
0	4	5	17	1	4	5	21
0	5	0	9	1	5	0	13
0	5	1	11	1	5	1	15
0	5	2	13	1	5	2	17
0	5	3	15	1	5	3	19
0	5	4	17	1	5	4	21
0	5	5	19	1	5	5	23

TABEL MPN 555 MENURUT FORMULA THOMAS

Jumlah TB. (+) Gas pd penanamar:			Index MPN per 100 ml	Jumlah TB. (+) Gas pd penanaman			Index MPN per 100 ml
5 X 10 ml	5 X 1 ml	5 X 0,1 ml		5 X 10 ml	5 X 1 ml	5 X 0,1 ml	
2	0	0	5	3	0	0	8
2	0	1	7	3	0	1	11
2	0	2	9	3	0	2	13
2	0	3	11	3	0	3	16
2	0	4	14	3	0	4	19
2	0	5	16	3	0	5	21
2	0	0	7	3	1	0	11
2	1	1	9	3	1	1	14
2	1	2	11	3	1	2	16
2	1	3	14	3	1	3	19
2	1	4	16	3	1	4	22
2	1	5	18	3	1	5	25
2	2	0	9	3	2	0	14
2	2	1	12	3	2	1	17
2	2	2	14	3	2	2	19
2	2	3	16	3	2	3	22
2	2	4	19	3	2	4	25
2	2	5	21	3	2	5	28
2	3	0	12	3	3	0	17
2	3	1	14	3	3	1	20
2	3	2	17	3	3	2	23
2	3	3	19	3	3	3	26
2	3	4	21	3	3	4	29
2	3	5	24	3	3	5	31
2	4	0	14	3	4	0	20
2	4	1	17	3	4	1	23
2	4	2	19	3	4	2	26
2	4	3	22	3	4	3	29
2	4	4	24	3	4	4	32
2	4	5	27	3	4	5	35
2	5	0	17	3	5	0	24
2	5	1	19	3	5	1	27
2	5	2	22	3	5	2	30
2	5	3	24	3	5	3	33
2	5	4	27	3	5	4	36
2	5	5	29	3	5	5	39

### 3.5.5 Perhitungan

Rumus yang digunakan dalam perhitungan ialah :

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

dengan penjelasan :

A = Berat cawan berisi residu dalam mg

B = Berat cawan kosong dalam mg

## 3.6 Residu Tersuspensi

### 3.6.1 Prinsip Kerja

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

### 3.6.2 Gangguan

Gangguan yang terdapat dalam analisis ialah :

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

### 3.6.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan ialah:

- 1) cawan Goch atau alat penyaring lain yang dilengkapi pengisian atau penekan;
- 2) kertas saring yang berpori 0,45  $\mu\text{m}$  misalnya Gelman tipe AWI atau Whatman tipe 934 AH atau Millipore tipe AP40 atau yang sejenis;
- 3) tempat khusus untuk menaruh kertas saring yang terbuat dari bahan nikarat atau aluminium;

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

### 3.6.4 Cara Kerja

Tahapan cara kerja adalah sebagai berikut :

- 1) penimbangan kertas saring kosong dilakukan dengan urutan :
  - (1) taruh kertas saring ke dalam alat penyaring;
  - (2) bilas kertas saring dengan air suling sebanyak 20 mL dan operasikan alat penyaring;
  - (3) ulangi pembilasan hingga bersih dari partikel-partikel halus pada kertas saring;
  - (4) ambil kertas saring dan taruh di atas tempat khusus kertas saring;
  - (5) keringkan kertas saring tersebut di dalam oven pada temperatur 103 - 105 °C selama 1 jam;
  - (6) dinginkan dalam desikator selama 10 menit;
  - (7) timbang dengan neraca analitik;
  - (8) ulangi langkah (5) sampai (7) hingga diperoleh berat tetap (kehilangan berat <4 %) misalnya B mg;
  - (9) taruh kertas saring tersebut di dalam desikator;
- 2) penyaringan contoh dan penimbangan residu tersuspensi dilakukan dengan urutan :
  - (1) siapkan kertas saring yang telah diketahui beratnya pada alat penyaring;
  - (2) contoh dikocok hingga merata dan masukkan ke dalam alat penyaring; banyaknya contoh yang diambil disesuaikan dengan kadar residu tersuspensi sehingga berat residu tersuspensi antara 2,5 mg sampai 200 mg;
  - (3) saring contoh, kemudian residu tersuspensi dibilas dengan air suling sebanyak 10 mL dan dilakukan 3 kali pembilasan;
  - (4) ambil kertas saring dan taruh di atas tempat khusus;
  - (5) keringkan di dalam alat pengering pada suhu 103-105 °C selama 1 jam;
  - (6) dinginkan di dalam desikator selama 10 menit;
  - (7) timbang dengan neraca analitik;
  - (8) ulangi langkah (5),(6) dan (7) hingga diperoleh berat tetap (kehilangan berat <4%) misalnya A mg;
  - (9) hasil tersebut dapat dilanjutkan untuk penetapan kadar tersuspensi terurai;

### 3.7.5 Perhitungan

Rumus yang digunakan dalam perhitungan ialah :

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

dengan penjelasan :

A = Berat cawan berisi residu terlarut, dalam mg

B = Berat cawan kosong, dalam mg

## 3.8 Residu Terurai dan Residu Terikat

### 3.8.1 Prinsip Kerja

Residu total atau residu tersuspensi dipijarkan pada suhu 550 °C selama 15 menit. Kehilangan residu total atau residu tersuspensi disebut residu terurai dan sisa dari residu total atau residu tersuspensi disebut residu terikat.

### 3.8.2 Gangguan

Gangguan yang ada pada residu terurai dan residu terikat sama dengan residu total dan residu tersuspensi (lihat 3.5.2 dan 3.6.2).

### 3.8.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan sama dengan pemeriksaan residu terlarut (lihat 3.7.3).

### 3.8.4 Cara Kerja

Tahapan cara kerja adalah sebagai berikut :

- 1) penetapan residu total terurai dan residu total terikat dilakukan dengan urutan:
  - (1) tetapkan residu total dari contoh sesuai dengan cara residu total, lihat 3.5 di atas;
  - (2) pijarkan cawan yang berisi residu total di dalam tanur pada suhu  $550 \pm 50$  °C selama 15 menit, biarkan di dalam tanur hingga hampir dingin;
  - (3) dinginkan dalam desikator selama 15 menit;
  - (4) timbang dengan neraca analitik;

- (5) ulangi pemanasan dalam alat pengering pada suhu 103-105 °C selama 1 jam;
- (6) dinginkan dalam desikator selama 15 menit;
- (7) timbang dengan neraca analitik;
- (8) ulangi langkah (5) sampai (7) hingga diperoleh berat tetap (kehilangan berat <4%) misalnya C mg.

2) penetapan residu tersuspensi terurai dan residu tersuspensi terikat dilakukan dengan urutan :

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

### 3.8.5 Perhitungan

Remus yang digunakan dalam perhitungan adalah :

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

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

dengan penjelasan :

- A = Berat cawan berisi residu total dalam mg
- B = Berat cawan berisi residu total setelah pemijaran, dalam mg
- B = Berat cawan kosong, dalam mg

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

$$\text{mg/L residu tersuspensi terikat} = \frac{(C - B') \times 1000}{\text{mL contoh}} \dots\dots\dots(10)$$

dengan penjelasan :

- A' = Berat cawan berisi residu tersuspensi, dalam mg  
 C' = Berat cawan berisi residu tersuspensi setelah pemijaran, dalam mg  
 B' = Berat cawan kosong, dalam mg

### 3.9 Residu Mengendap

#### 3.9.1 Prinsip Kerja

Contoh yang serba sama diendapkan di dalam kerucut pengendap selama waktu tertentu, kemudian diukur banyak endapannya dalam mL/L atau mg/L.

#### 3.9.2 Gangguan

Gangguan dalam pemeriksaan ini adalah zat yang mengapung, harus dipisahkan terlebih dahulu.

#### 3.9.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah :

- 1) cawan penguap berkapasitas 100 mL dan ber diameter 90 mm yang terbuat dari porselen atau platina atau silika berkualitas tinggi;
- 2) tanur untuk pemanasan pada suhu  $550 \pm 50$  °C;
- 3) penangas air;
- 4) oven untuk pemanasan pada suhu 103-105 °C;
- 5) desikator;
- 6) neraca analitik dengan kapasitas 200 gram dan ketelitian 0,1 mg;
- 7) cawan Goch atau alat penyaring lain yang dilengkapi pengisap atau penekan;
- 8) kertas saring berpori 0,45  $\mu\text{m}$  misalnya Gelman tipe A/E atau Whatman tipe 934 AH atau Millipore tipe AP40 atau yang sejenis;
- 9) tempat khusus untuk menaruh kertas saring yang terbuat dari baja air karat atau aluminium;
- 10) penjepit cawan;
- 11) kerucut Imhoff;
- 12) batang pengaduk yang dilengkapi dengan karet pembersih;
- 13) gelas ukur berdiameter  $\pm 9$  cm.

3.9.4 Cara Kerja

Tahapan cara kerja adalah :

- 1) pemeriksaan dengan cara volumetri dikerjakan sebagai berikut :
  - (1) contoh dikocok hingga serba sama, kemudian diambil 1 Liter dan dimasukkan ke dalam kerucut Imhoff, biarkan selama 45 menit;
  - (2) suspensi yang melekat pada dinding dilepaskan dengan batang pengaduk, biarkan lagi selama 15 menit;
  - (3) baca volume dari suspensi yang mengendap pada kerucut Imhoff.
  
- 2) pemeriksaan dengan cara gravimetri dikerjakan sebagai berikut :
  - (1) tetapkan kadar residu tersuspensi sesuai dengan penetapan kadar suspensi (lihat 3.6), sehingga diperoleh residu suspensi mengendap dan tidak mengendap;
  - (2) ambil contoh 1 Liter yang telah dikocok hingga serba sama dan masukkan ke dalam gelas ukur (tinggi air  $\pm 20$  cm);
  - (3) biarkan contoh tersebut selama 1 jam;
  - (4) pisahkan lapisan air dengan endapan dengan menggunakan pipa pindah (sipon), dengan cara ujung selang diletakkan ditengah-tengah antara permukaan zat cair dan endapan, kemudian tampung sebanyak 250 mL;
  - (5) tetapkan kadar residu tersuspensi dari air yang ditampung tadi, seperti pada residu tersuspensi (lihat 3.6), sehingga diperoleh residu suspensi yang tidak mengendap.

3.9.5 Perhitungan

Rumus yang digunakan dalam perhitungan adalah :

- 1) cara volumetri;

$$\text{mL/L residu mengendap} = \frac{\text{mL pembacaan endapan pada kerucut Imhoff}}{1 \text{ L}} \dots\dots(11)$$

- 2) cara gravimetri;

$$\text{mg/L residu mengendap} = A - B \dots\dots\dots(12)$$

dengan penjelasan :

A = residu tersuspensi (mg/L)

B = residu tidak mengendap (mg/L)

### 3.10 Derajat Kerasaman

#### 3.10.1 Prinsip Kerja

Aktivitas ion hidrogen dalam air diukur secara potensimetri dengan elektroda gelas. Elektroda ini akan menghasilkan perubahan tegangan yang disebabkan oleh aktivitas ion hidrogen sebesar 59,1 mv/pH unit pada suhu 25 °C.

#### 3.10.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam pengukuran adalah :

- 1) air suling;
- 2) larutan buffer pH 4,004;
- 3) larutan buffer pH 7,415;
- 4) larutan buffer pH 9,183.

#### 3.10.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam analisis ialah :

- 1) pH meter;
- 2) labu ukur 1 Liter;
- 3) termometer;
- 4) gelas piala;

#### 3.10.4 Cara Kerja

Tahapan cara kerja analisis adalah sebagai berikut :

- 1) kalibrasi alat dilakukan sebagai berikut :
  - (1) perlu diikuti petunjuk pemakaian alat dari pabriknya;
  - (2) bilas elektroda dengan larutan penyangga pH 7,415 sebanyak tiga kali kemudian keringkan dengan kertas yang lembut, ukur pH larutan buffer dan atur alat sehingga skala pH menunjukkan angka 7,415;
  - (3) bilas elektroda dengan larutan penyangga pH 4,004 sebanyak tiga kali kemudian keringkan dengan kertas yang lembut, ukur pH

# **LAMPIRAN**

**5**



**GUBERNUR KEPALA DAERAH ISTIMEWA  
YOGYAKARTA**

**KEPUTUSAN GUBERNUR KEPALA DAERAH ISTIMEWA  
YOGYAKARTA**

NOMOR : 214/KPTS/1991

**T E N T A N G**

**BAKU MUTU LINGKUNGAN DAERAH UNTUK WILAYAH  
PROPINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**

**GUBERNUR KEPALA DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**

- Menimbang : a. bahwa untuk mencegah terjadinya kerusakan dan pencemaran lingkungan perlu dilakukan upaya pengendalian pencemaran lingkungan dengan menetapkan Baku Mutu Lingkungan, baik kualitas lingkungan hidup maupun kualitas limbah atau buangan ;
- b. bahwa penetapan baku mutu tersebut meliputi Baku Mutu Air pada Badan Air, Baku Mutu Air Laut, Baku Mutu Udara Ambien, Baku Tingkat Kebisingan, Baku Mutu Limbah Cair dan Baku Mutu Emisi Gas dan Partikel Buang ;
- c. bahwa atas dasar hal-hal tersebut di atas perlu mengeluarkan Keputusan Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta tentang Baku Mutu Lingkungan Daerah Untuk Wilayah Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

2. Undang-undang Nomor 3 tahun 1950 tentang Pembentukan Daerah Istimewa Yogyakarta jo Peraturan Pemerintah Nomor 31 tahun 1950 sebagaimana telah diubah dan ditambah terakhir dengan Undang-undang Nomor 26 tahun 1959 ;
3. Hinderordonnantie, Staatsblad tahun 1926 Nomor 226 yang telah diubah dan ditambah terakhir dengan Staatsblad tahun 1940 Nomor 450 ;
4. Undang-undang Nomor 83 tahun 1958 tentang Penerbangan ;
5. Undang-undang Nomor 9 tahun 1960 tentang Pokok-pokok Kesehatan ;
6. Undang-undang Nomor 11 tahun 1962 tentang Hygiene untuk Usaha-usaha Bagi Umum ;
7. Undang-undang Nomor 3 tahun 1965 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Raya dan Peraturan Pelaksanaannya ;
8. Undang-undang Nomor 2 tahun 1966 tentang Hygiene ;
9. Undang-undang Nomor 1 tahun 1973 tentang Landas Kontinen Indonesia ;
10. Undang-undang Nomor 11 tahun 1974 tentang Pengairan ;
11. Undang-undang Nomor 4 tahun 1982 tentang Ketentuan-ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup ;
12. Undang-undang Nomor 5 tahun 1983 tentang Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia ;
13. Undang-undang Nomor 5 tahun 1984 tentang Perindustrian ;
14. Undang-undang Nomor 9 tahun 1985 tentang Perikanan ;
15. Undang-undang Nomor 5 tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya ;
16. Undang-undang Nomor 9 tahun 1990 tentang Kepariwisataan ;
17. Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 1982 tentang Tata Pengaturan Air ;
18. Peraturan Pemerintah Nomor 50 tahun 1986 tentang Penyediaan dan Penggunaan Tanah serta Ruang Udara di Sekitar Bandar Udara ;
19. Peraturan Pemerintah Nomor 20 tahun 1990 tentang Pengendalian Pencemaran Air ;
20. Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 1 tahun 1985 tentang Tata Cara Pengendalian Pencemaran Bagi Perusahaan-perusahaan yang Mengadakan Penanaman Modal Menurut Undang-undang Nomor 1 tahun 1967 dan Undang-undang Nomor 6 tahun 1968 ;
21. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 528/Menkes/Per/XII/1982 tentang Kualitas Air Tanah yang Berhubungan dengan Kesehatan ;
22. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 718/Menkes/Per/XI/1987 tentang Kebisingan yang Berhubungan dengan Kesehatan ;
23. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416 tahun 1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air ;
24. Keputusan Bersama Menteri Dalam Negeri dan Menteri Pengawasan Pembangunan dan Lingkungan Hidup Nomor 23 tahun 1979 dan Nomor Kep. 002/MNPP/LH/2/1979 tentang Instansi Pengelola Sumber Alam dan Lingkungan Hidup di Daerah ;
25. Keputusan Menteri Perindustrian Nomor: 20/M/SK/1986 tentang Lingkup Tugas

keusutan udara turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi ;

Departemen Perindustrian dalam Pengendalian Pencemaran Industri terhadap Lingkungan Hidup beserta Pembagian Tugas Pokok Bagi Unit-unitnya ;

26. Keputusan Menteri Perindustrian Nomor 134/M/SK/1988 tentang Pencegahan dan Pengurangan Pencemaran Akibat Kegiatan Usaha Industri Terhadap Lingkungan Hidup ;
27. Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup Nomor Kep-02/MENKLN/1988 tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan ;
28. Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup Nomor Kep-03/MENKLN/11/1991 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan yang Sudah Beroperasi ;
29. Keputusan Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 41/TIM/1986 tentang Pembentukan Tim Koordinasi Penanggulangan Pencemaran Lingkungan Hidup Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

## M E M U T U S K A N

Menetapkan : KEPUTUSAN GUBERNUR KEPALA DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA TENTANG BAKU MUTU LINGKUNGAN DAERAH.

### B A B I

#### KETENTUAN UMUM

##### Pasal 1

Dalam Keputusan ini yang dimaksud dengan :

1. Baku Mutu Lingkungan adalah Baku Mutu Air pada Badan Air, Baku Mutu Udara Ambien, Baku Tingkat Kebisingan dan Baku Mutu Air Laut, serta Baku Mutu Limbah Cair dan Baku Mutu Emisi Gas dan Partikel Buang ,

a. Golongan A, yaitu air yang diperuntukkan bagi air minum se-

2. Pencemaran Air adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air dan atau berubahnya tatanan air oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga mutu air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya ;
3. Air adalah semua air yang bersumber dari dan atau terdapat di dalam dan atau permukaan tanah, tidak termasuk air yang terdapat di laut ;
4. Badan Air adalah tempat atau wadah air yang terdapat di atas permukaan tanah seperti sungai, telaga, danau, waduk, dan atau tempat dan wadah air di dalam tanah ;
5. Baku Mutu Air adalah batas kadar atau citra mutu yang diperbolehkan bagi zat atau bahan pencemar yang terdapat dalam air, namun air tetap berfungsi sesuai dengan peruntukannya ;
6. Laut adalah perairan laut yang berada di Wilayah Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, selebar maksimum 12 mil dihitung dari garis pangkal pantai ;
7. Pencemaran Air Laut, disingkat Pencemaran Laut, adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam perairan laut dan atau berubahnya tatanan laut oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga mutu laut turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan laut kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya ;
8. Baku Mutu Air Laut adalah batas kadar makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain yang diperbolehkan ada dan zat atau komponen bahan pencemar yang ditenggang adanya dalam air ;
9. Udara Ambien adalah udara bebas di permukaan bumi yang merupakan bagian dari biosfir dan berada dalam wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta yang dibutuhkan serta mempengaruhi kehidupan manusia, makhluk hidup lainnya dan benda lain di sekitarnya ;
10. Pencemaran Udara adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat dan atau komponen lain ke udara dan atau berubahnya tatanan udara oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga

... membuang limbah cair ke tanah dilarang kecuali ada ijin dari Menteri.

Pasal 11

Penanggungjawab kegiatan wajib membuat saluran pembuangan limbah cair sehingga memudahkan pengambilan contoh dan pengukuran debit limbah cair di luar areal kegiatan.

BAB VII

**BAKU MUTU EMISI GAS DAN PARTIKEL BUANG**

Pasal 12

Baku Mutu Emisi Gas dan Partikel Buang adalah sebagaimana dimaksud dalam Lampiran VI Keputusan ini.

Pasal 13

Setiap kegiatan yang membuang gas dan partikel ke udara ditetapkan sebagai berikut :

- (1). Mutu Emisi Gas dan Partikel yang dibuang ke udara tidak melampaui Baku Mutu Emisi sebagaimana dimaksud dalam Lampiran VI dan tidak mengakibatkan turunnya mutu udara ambien.
- (2). Apabila terdapat hal-hal yang bersifat khusus dalam penetapan Baku Mutu Emisi Gas dan Partikel Buang, akan ditetapkan lebih lanjut setelah mendapat petunjuk Menteri.

BAB VIII

**KETENTUAN KHUSUS**

Pasal 14

Metoda analisis dan peralatan untuk setiap parameter mutu lingkungan, limbah cair, dan emisi gas dan partikel buang adalah sebagaimana tercantum dalam masing-masing Lampiran I sampai dengan VI kecuali diatur lain oleh Menteri.

BAB IX

**PENGAWASAN**

Pasal 15.

- (1). Pengawasan terhadap pelaksanaan Keputusan ini dilakukan oleh instansi yang ditugasi mengelola lingkungan hidup.
- (2). Penanggungjawab kegiatan wajib memasing hasil pemeriksaan kualitas limbah pada tempat yang mudah untuk dilihat.
- (3). Pemeriksaan dan saran-saran teknis dilakukan oleh laboratorium yang ditunjuk Gubernur.

BAB X

**KETENTUAN PERALIHAN**

Pasal 16

- (1). Peraturan-peraturan yang telah ada sebelum ditetapkan Keputusan ini tetap berlaku sepanjang tidak bertentangan dengan Keputusan ini.
- (2). Penetapan pencapaian Baku Mutu Limbah Cair, Emisi Gas dan Partikel Buang ditetapkan dengan Keputusan Gubernur.

BAB XI

**KETENTUAN PENUTUP**

Pasal 17

Keputusan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di : Yogyakarta.  
Pada tanggal : 25 Juni 1991.

PENJABAT GUBERNUR  
KEPALA DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA



PAKU ALAM VIII

1	2	3	4	5	6	7	8
3.	Magnesium (Mg)	mg/l	30	150	id e m	id e m	
4.	Barium (Ba)	mg/l	Nihil	0,05	Gravimetrik & AAS	Timbangan analitik dan kertas saring 0,15 um - AAS	
5.	Besi terlarut (Fe)	mg/l	Nihil	0,3	Spektrofotometri & Spektrometri Serapan Atom	Spektrofotometer & AAS	
6.	Mangan Terlarut (Mn)	mg/l	Nihil	0,1	id e m	id e m	
7.	Tembaga (Cu)	mg/l	Nihil	1	id e m	id e m	
8.	Seng (Zn)	mg/l	Nihil	5,0	id e m	id e m	
9.	Crom Heksavalen (Cr <sub>6+</sub> )	mg/l	Nihil	0,05	id e m	id e m	
10.	Kadmium (Cd)	mg/l	Nihil	0,005	id e m	id e m	
11.	Raksa (Hg)	mg/l	Nihil	0,001	id e m	id e m	
12.	Timbel (Pb)	mg/l	Nihil	0,05	id e m	id e m	
13.	Arsen (As)	mg/l	Nihil	0,05	id e m	id e m	
14.	Selenium (Se)	mg/l	Nihil	0,01	id e m	id e m	
15.	Sianida (CN)	mg/l	Nihil	0,05	Spektrofotometri	Spektrofotometer	
16.	Sulfida (S)	mg/l	Nihil	Nihil	Titrimetri, Spektrofotometri	Buret, Spektrofotometer	
17.	Fluorida (F)	mg/l	Nihil	0,5	Spektrofotometri	Spektrofotometer	
18.	Sulfat (SO <sub>4</sub> )	mg/l	50	300	Gravimetrik Spektrofotometri	Timbangan Analitik & Kertas saring 0,45 um, Spektrofotometer	Minimal 0,5
19.	Klorida (Cl)	mg/l	25	250	Titrimetri	Buret	
20.	Amoniak bebas (NH <sub>3</sub> )	mg/l	Nihil	0,25	Spektrofotometri	Spektrofotometer	
21.	Nitrat (NO <sub>3</sub> )	mg/l	5	10	id e m	id e m	
22.	Nitrit (NO <sub>2</sub> )	mg/l	Nihil	0,1	id e m	id e m	
23.	Nilai Permanganat	mg/l - KMnO <sub>4</sub>	Nihil	10	id e m	id e m	
24.	Senyawa Aktif Biru Metilen	mg/l	Nihil	0,05	Spektrofotometri	Spektrofotometer	
25.	Fenol	mg/l	Nihil	0,002	Spektrofotometri	Spektrofotometer	
26.	Minyak & Lemak	mg/l	Nihil	Nihil	Kromatografi	Kromatografi Gas (GC) & HPLC	
27.	Farbon Kloroform Ekstrak	mg/l	0,01	0,5	Spektrofotometri	Spektrofotometer	
28.	P.C.B.	mg/l	Nihil	Nihil	Kromatografi	Kromatografi Gas (GC), HPLC	

1	2	3	4	5	6	7	8
29	Perak (Ag)	mg/l	Nihil	0,05	Spektrofotometri & AAS	Spektrofotometer & AAS	
30	Klor Bebas (Cl <sub>2</sub> )	mg/l	Nihil	Nihil	Spektrofotometri	Spektrofotometer	
1	<b>BAKTERIOLOGI</b> Coliform Group	MPN/100 ml	Nihil	Nihil	MPN atau Filtrasi	Label MPN	
2	Kuman Parasit		Nihil	Nihil	Mikroskopis	Mikroskop	
3	Kuman Patogen		Nihil	Nihil	Fultur & Isolasi	Selektif Media	
1	<b>RADIOAKTIVITAS</b> Aktivitas Beta Total	pCi/l		100	B Counting	Geiger Muller Counter	
2	Strontium - 90	pCi/l		2	B Counting	Geiger Muller Counter	
3	Radium - 226	pCi/l		1	α Counting	α Counter	
1	<b>PESTISIDA</b> Pestisida	mg/l	Nihil	Nihil	Kromatografi	Kromatografi Gas (GC) HPLC & Kromatografi Lapis Tipis (TLC)	

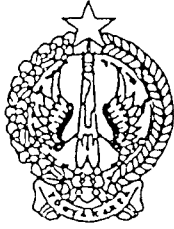
## KETERANGAN :

- tidak dipersyaratkan
- TCU = True Colour Units
- mg/l = Miligram per liter

BAKU MUTU AIR BADAN AIR GOLONGAN B

No	Parameter	Satuan	Atas yang diijinkan	Atas yang diperbolehkan	Metode Analisa	Peralatan	Keterangan
1	2	3	4	5	6	7	8
1	<b>FISIKA</b>						
1	Temperatur	°C	Temp air normal	Temp air normal	Panas	Termometer	
2	Residu terlarut	mg/l	500	1000	Gravimetrik	Timbangan analitik dan vertas saring 0,45 um	
1	<b>KIMIA</b>						
2	pH		5 - 9	5 - 9	Potensiometrik	pH meter	
2	Barium (Ba)	mg/l	Nihil	0,05	Gravimetrik	Timbangan analitik dan vertas saring 0,45 um	
3	Besi terlarut (Fe)	mg/l	Nihil	1	Spektrofotometri Serapan Atom	AAS	
4	Mangan Terlarut (Mn)	mg/l	Nihil	0,5	Spektrofotometri & Spektrometri Serapan Atom	Spektrofotometer & AAS	
5	Tembaga (Cu)	mg/l	Nihil	1	id e m	id e m	
6	Seng (Zn)	mg/l	Nihil	1	id e m	id e m	
7	Crom Hexavalen (Cr <sup>6+</sup> )	mg/l	Nihil	5,0	id e m	id e m	
8	Kadmium (Cd)	mg/l	Nihil	0,05	Spektrofotometri serapan Atom	AAS	
9	Raksa (Hg)	mg/l	Nihil	0,005	id e m	AAS	
10	Timbal (Pb)	mg/l	0,0005	0,001	id e m	AAS	
11	Arsen (As)	mg/l	Nihil	0,05	id e m	AAS	
12	Selenium (Se)	mg/l	Nihil	0,01	Spektrofotometri & Spektrofotometri Serapan Atom	Spektrofotometer & AAS	
13	Sianida (CN)	mg/l	Nihil	0,05	Spektrofotometri & Spektrofotometri Serapan Atom	Spektrofotometer & AAS	
14	Sulfida (S)	mg/l	Nihil	0,05	Spektrofotometri	Spektrofotometer	
15	Fluorida (F)	mg/l	Nihil	0,05	Titrimetri, Spektrofotometri	Buret, Spektrofotometer	
16	Sulfat (SO <sub>4</sub> )	mg/l	50	100	Spektrofotometri	Spektrofotometer	Minimal
					Gravimetrik	Timbangan Analitik	
					Spektrofotometri	Spektrofotometer	

1	2	3	4	5	6	7	8
18	Klorida (Cl)	mg/l	25	500	Titrimetri	Buret	
19	Amoniak bebas (NH <sub>3</sub> )	mg/l	0,01	0,5	Spektrofotometri	Spektrofotometer	
20	Nitrat (NO <sub>3</sub> )	mg/l	Nihil	10	id e m	id e m	
21	Nitrit (NO <sub>2</sub> )	mg/l	Nihil	0,5	id e m	id e m	
21	Oksigen terlarut (DO)	mg/l	> 6		Titrimetri	Buret	
22	Kebutuhan Oksigen Biokimia (BOD)	mg/l	1	5	Potensiometri	DO meter	Minimal
23	Kebutuhan Oksigen Kimia (COD)	mg/l	3	10	id e m	id e m	
24	Senyawa Aktif Biru Menden	mg/l	Nihil	0,5	Titrimetri	Buret	
25	Penul	mg/l	Nihil	0,5	Spektrofotometri	Spektrofotometer	
26	Minyak & Lemak	mg/l	Nihil	0,02	Spektrofotometri	Spektrofotometer	
26		mg/l	Nihil	Nihil	Gravimetrik	Timbangan Analitik	
27	Karbon Kloroform Ekstra	mg/l	0,01	0,05	Spektrofotometri Infra Merah	Spektrofotometer Infra Red	
28	P C B	mg/l	Nihil	Nihil	Spektrofotometri	Spektrofotometer	
					Kromatografi	Kromatografi Gas (GC), HPLC	
	<b>BAKTERIOLOGI</b>						
1	Coliform Group	MPN/100 ml	5000	10000	MPN atau Filtras	Label MPN, Filter Holder & Corong Counter	
2	Coliform Tinja	MPN/100 ml	400	2000	id e m	id e m	
	<b>RADIOAKTIVITAS</b>						
1	Aktivitas Beta Total Strontium - 90	Bq/l			B Counting	Geiger Muller Counter	
2	Radium - 226	pCi/l			B Counting	Geiger Muller Counter	
3		pCi/l			α Counting	α Counter	
	<b>PESTISIDA</b>						
1	Aldon & Dieldnn	mg/l	Nihil	0,010	Kromatografi	Kromatografi Gas (GC), HPLC & Kromatografi Lapis Tipis (TLC)	



PEMERINTAH PROPINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA  
DINAS PERMUKIMAN DAN PRASARANA WILAYAH  
(DISKIMPRASWIL)

Jl. Bumijo No. 5 Telepon : (0274) 589074, 589091, Fax. (0274) 550320  
Yogyakarta 55213

Nomor : 070/1765/c .  
Lampiran :  
Perihal : Permohonan Mencari Data

Yogyakarta, 7 Juli 2006

Kepada Yth.  
Kepala Unit IPAL  
Sewon, Bantul  
Di Bantul

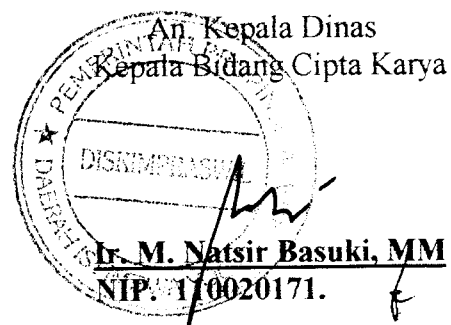
Menunjuk surat keterangan/ijin dari BAPEDA Nomor : 070/3446 Tanggal 7 Juli 2006 Perihal : Ijin Mencari Data maka diijinkan kepada :

N a m a : NAZULA NUTYLA dkk (3 orang)  
No MHS /NIM : 02513110

Alamat Instansi : Jl. Kaliurang Km14.4 Yogyakarta  
Judul : MENCARI DATA  
Lokasi : IPAL Sewon Kabupaten Bantul  
Waktunya : Mulai tanggal 7 Juli 2006 s/d 7 Agustus 2006

Sehubungan hal tersebut diatas, agar yang bersangkutan dapat dibantu dalam mendapatkan informasi untuk keperluan penelitian tersebut

Demikian atas perhatian dan kerja samanya diucapkan terima kasih.



Tembusan Kepada Yth.:

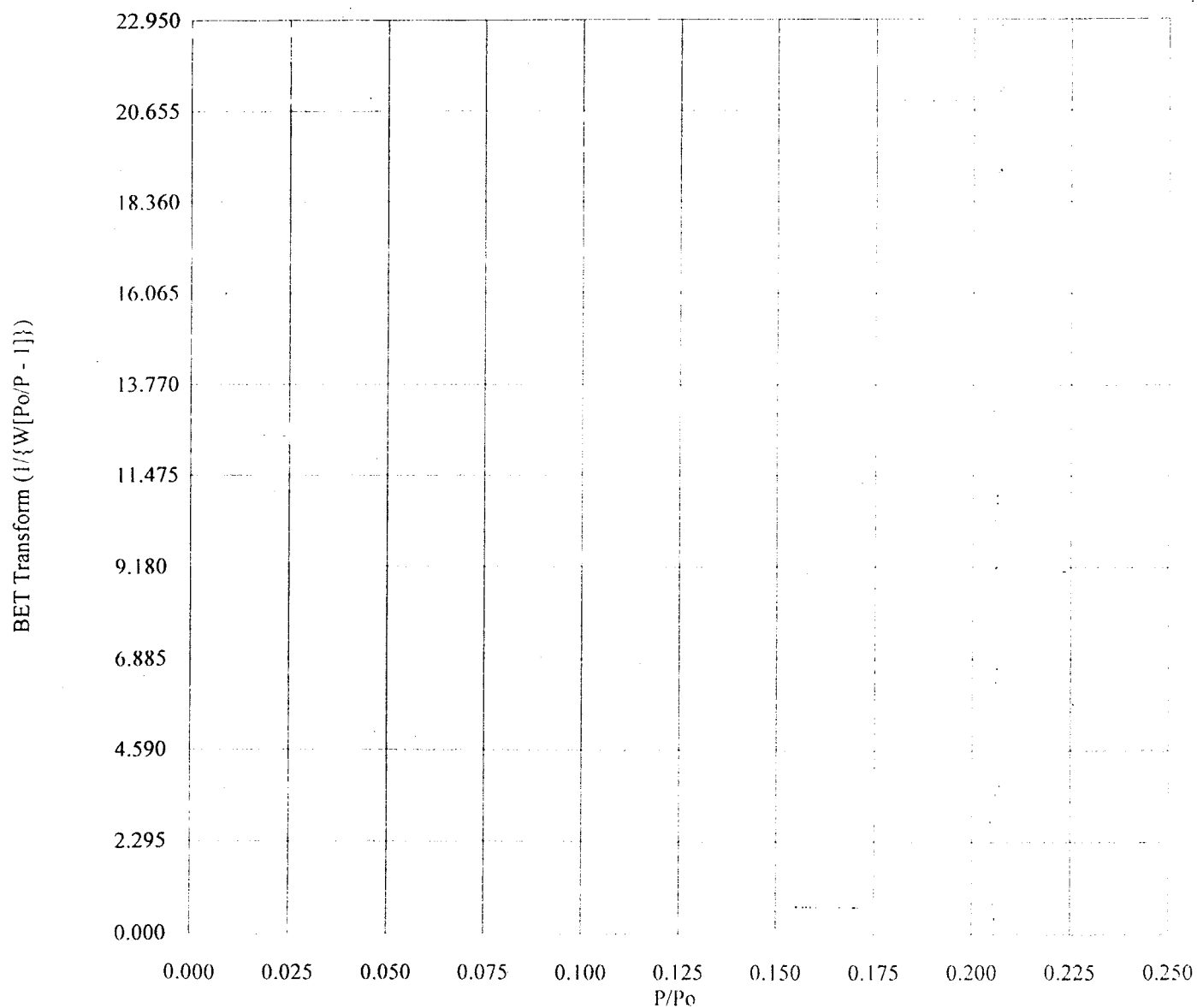
1. Kepala Dinas KIMPRASWIL Prop.DIY (sebagai laporan)
2. Yang bersangkutan.
3. Arsip

# **LAMPIRAN**

## **6**

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)



File Name = 617a.dat

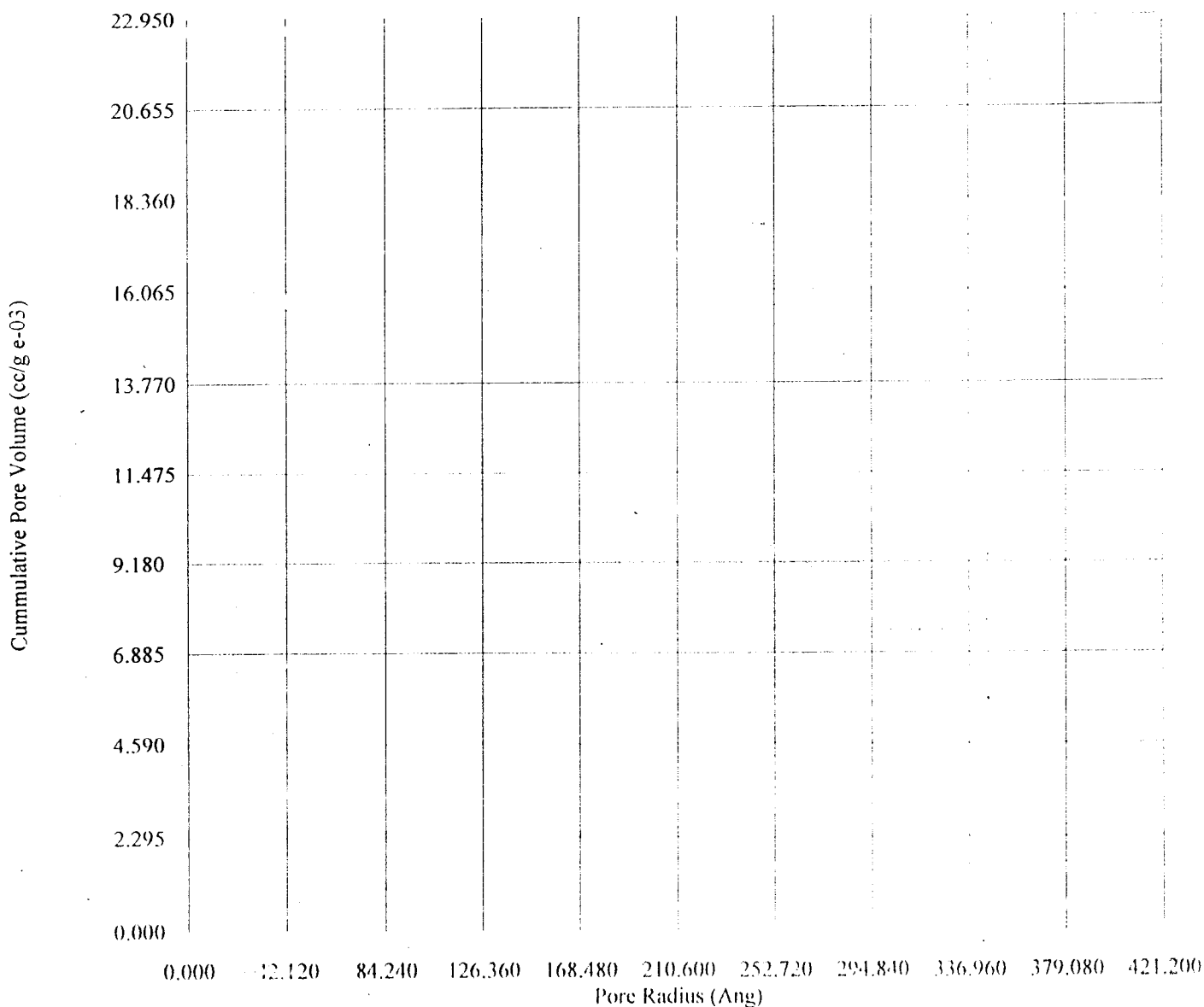
User ID	=	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA A	Sample Cell Number	= 4
Sample Weight	= 0.5648 g	Sample Volume	= 0.5648 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 750.86 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm 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/Pc	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

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)



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

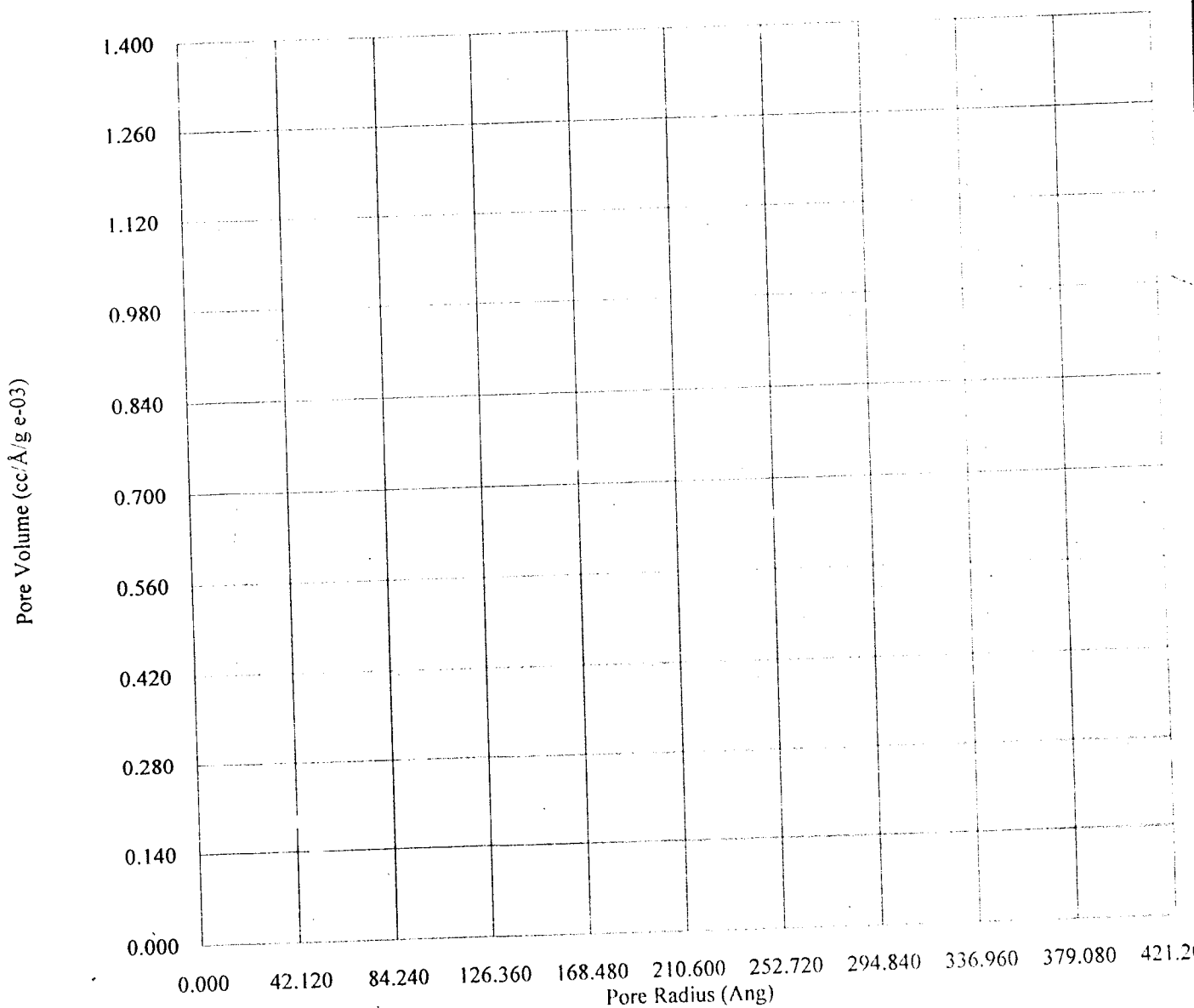
BJH (Adsorption)			
Pore Radius (Ang)		Cummulative Pore Area (sq m/g e-03)	Cummulative Pore Volume (cc/g e-03)
421.185699		16530.948410	22.902683
155.206342		16476.501139	21.756063
100.599226		16318.152133	20.527224
75.214563		16068.101688	19.269480
59.910454		15764.869758	18.129107
49.859126		15383.006801	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.

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)



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

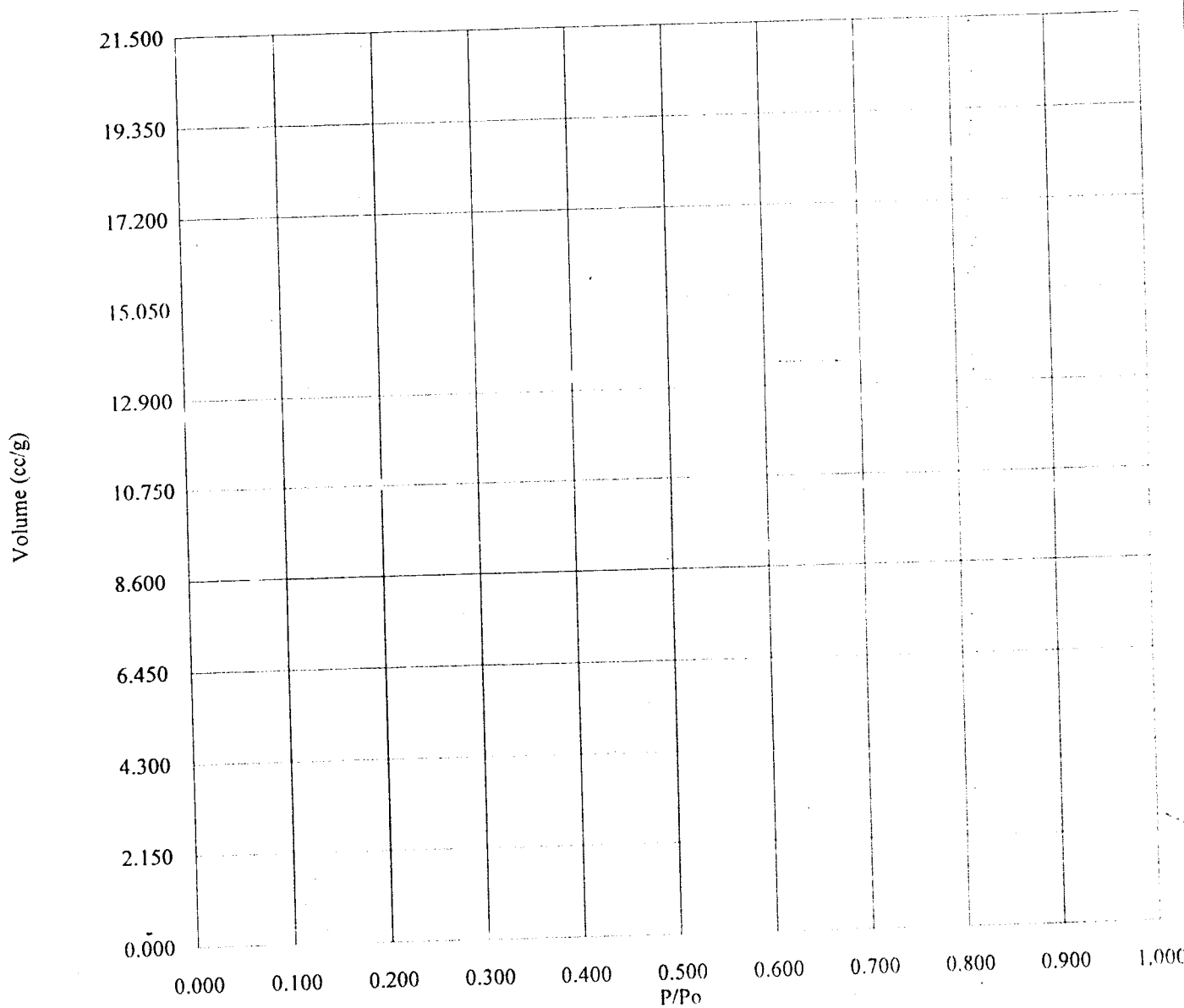
Pore Radius (Ang)	DVR (Adsorption)	
	Pore Area (sq m/Å/g e-03)	Pore Volume (cc/Å/g e-03)
421.185699	0.119757	0.002522
155.206342	2.048196	0.015895
100.599226	7.837885	0.039424
75.214563	16.072478	0.060444
59.910454	32.521991	0.097420
49.859126	56.371633	0.140532
42.583456	87.645060	0.186611
37.129221	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.

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)



File Name = 617a.dat

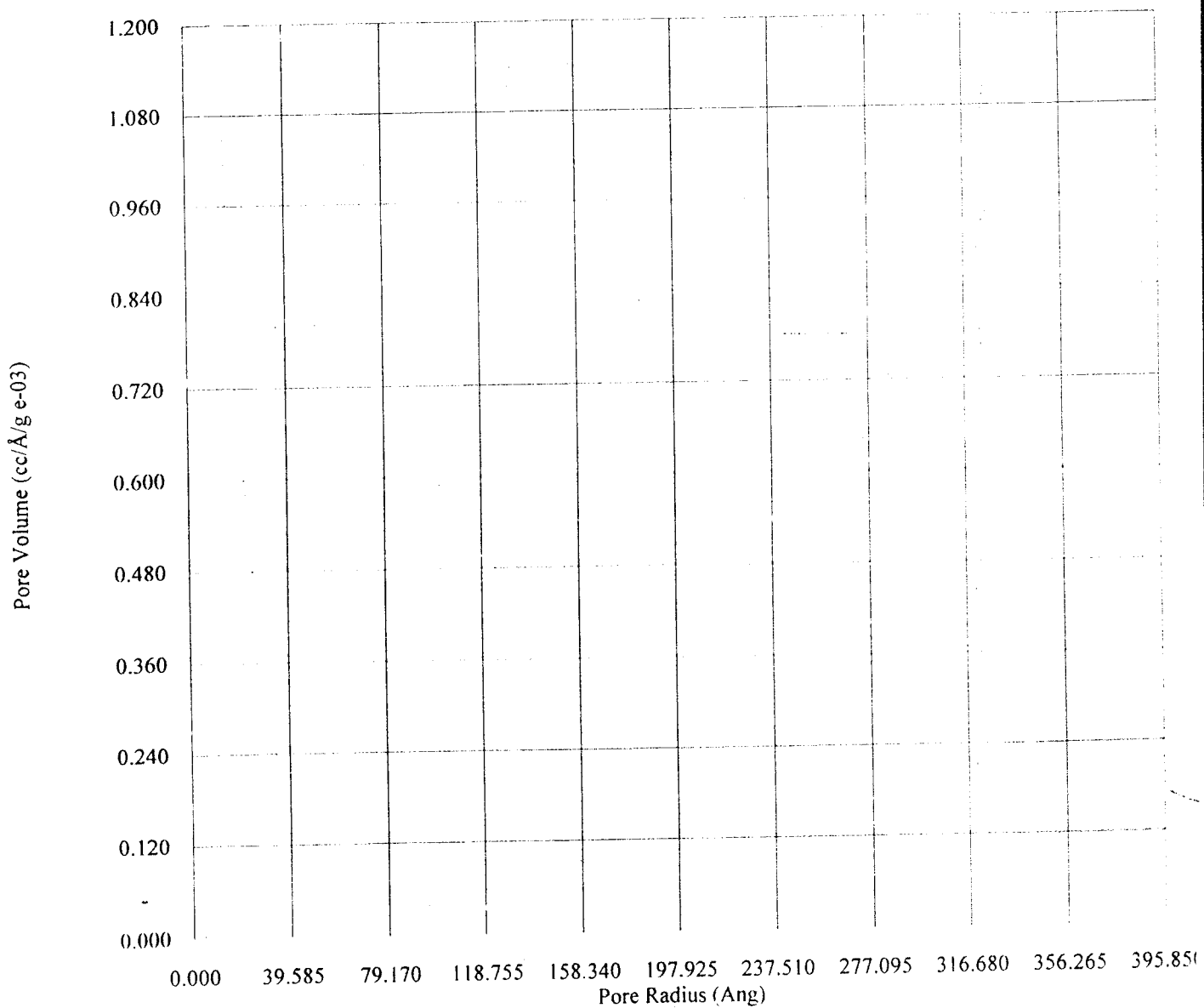
User ID	=	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA A	Sample Cell Number	= 4
Sample Weight	= 0.5648 g	Sample Volume	= 0.5648 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 750.86 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm 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)

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
0.695245	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
0.984806	21.456986

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)



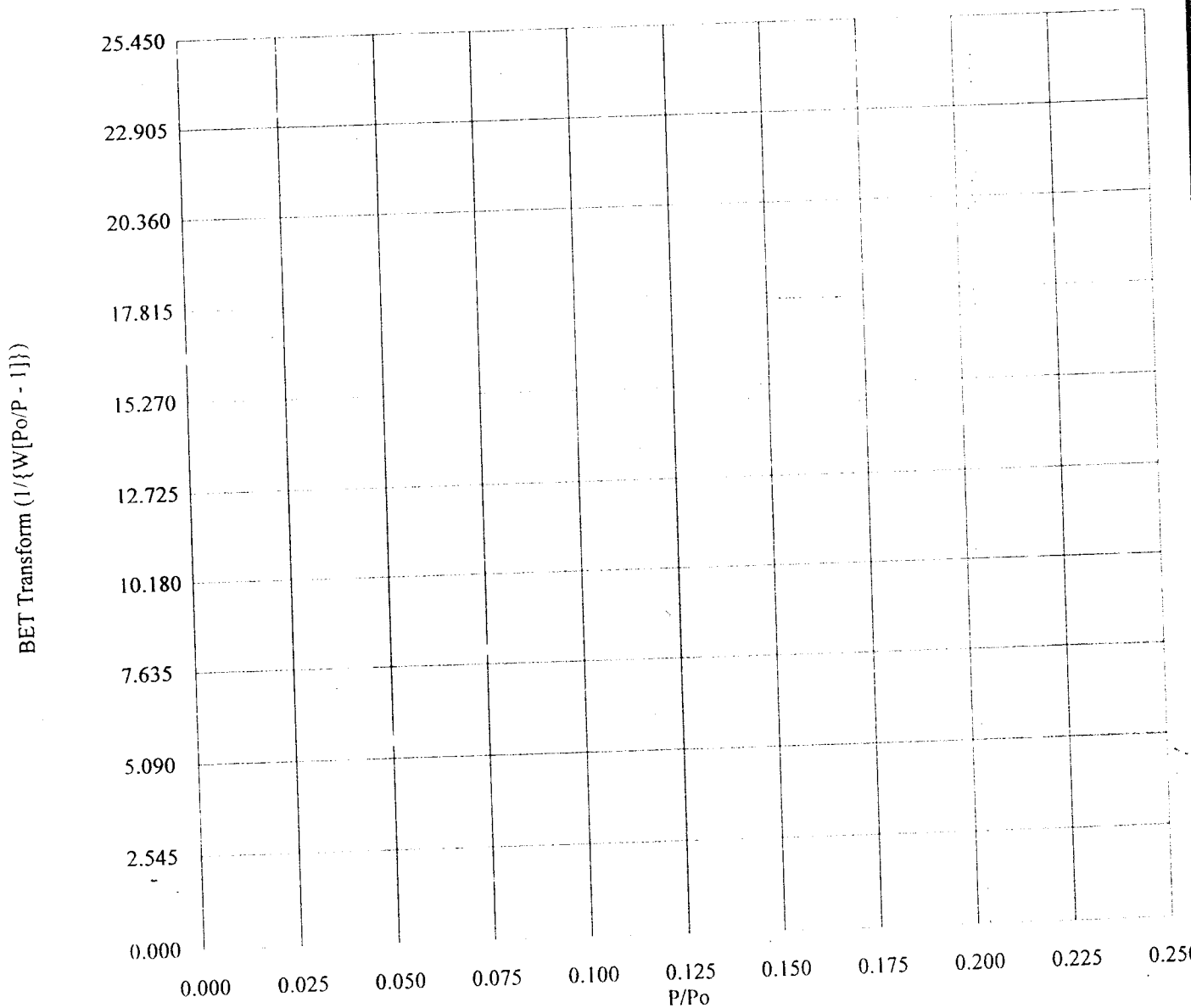
User ID  
 Sample ID = 617/P/KA B  
 Sample Weight = 0.5770 g  
 Sample Density = 1.0000 g/cc  
 Po Type = User  
 Adsorbate = N2  
 Adsorption Tolerance = 0.1000 mm Hg  
 Adsorption Equil Time = 60 sec  
 Adsorption Dwell Time = 180 sec  
 Analysis Start Time = Thu Oct 12 10:26:28 2006  
 User Setup = 5  
 Sample Cell Number = 2  
 Sample Volume = 0.5770 cc  
 Po = 752.03 mm Hg  
 Bath Temperature = 77.40 deg K  
 Desorption Tolerance = 0.0000 mm Hg  
 Desorption Equil Time = 0 sec  
 Desorption Dwell Time = 0 sec  
 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
0.245226	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

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

Multi BET (Adsorption)



Sample ID	01771KAD	Sample Cell Pressure	-
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

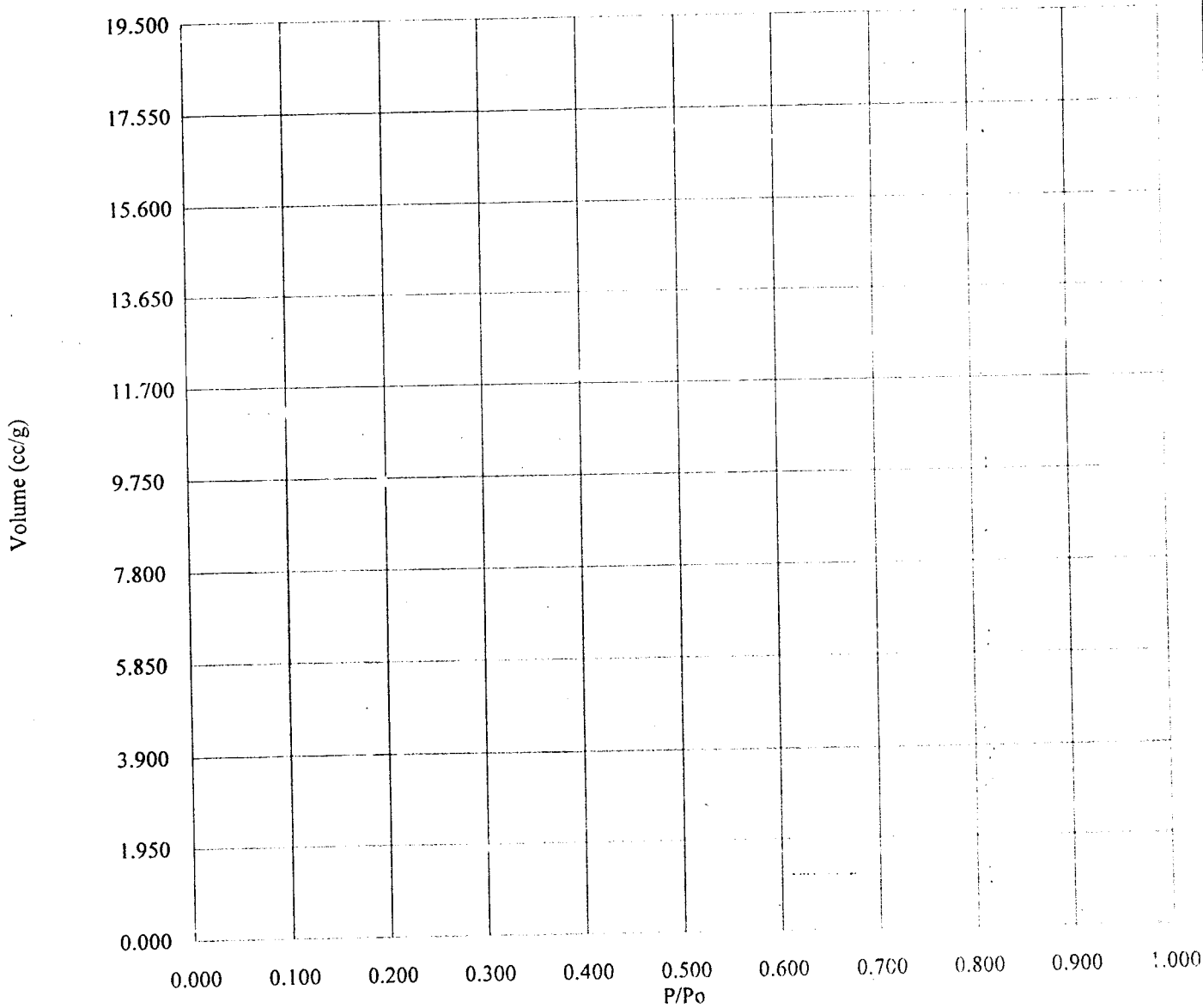
Pore Radius (Ang)	BJH (Adsorption)	
	Cummulative Pore Area (sq m/g e-03)	Cummulative Pore Volume (cc/g e-03)
395.837809	15626.911744	21.257351
155.466167	15572.245396	20.175401
100.353018	15431.344612	19.080135
74.471667	15211.696495	17.978018
59.482513	14931.785993	16.935748
49.315369	14717.075901	16.297173
42.246312	14271.343974	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.

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)



File Name = 617b.dat

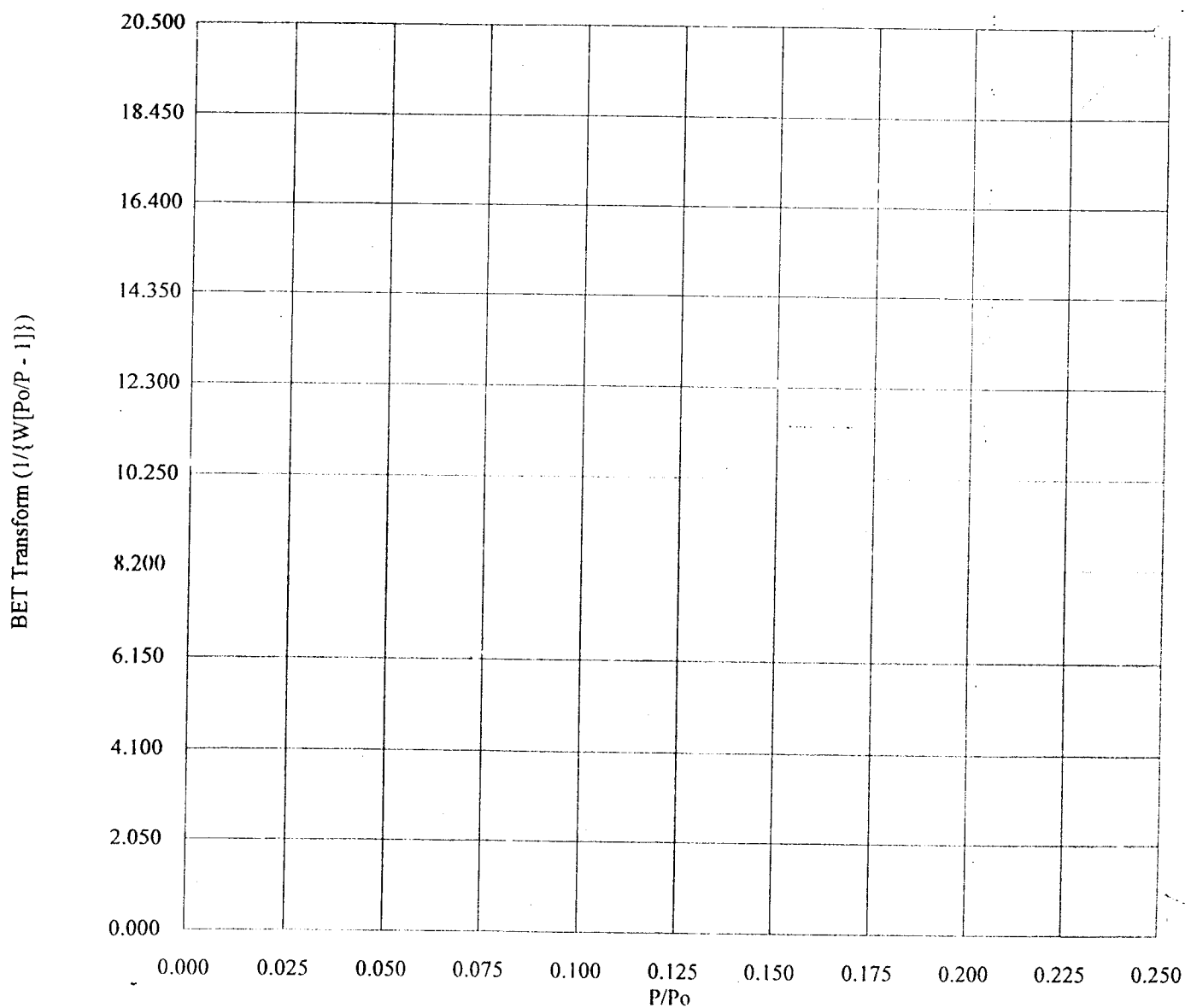
User ID	=	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA B	Sample Cell Number	= 2
Sample Weight	= 0.5770 g	Sample Volume	= 0.5770 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 752.03 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm 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)

P/Po	Volume (cc/g)
0.049228	7.444880
0.074136	7.986339
0.151801	9.130175
0.196446	9.664659
0.245226	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

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 = 617c.dat

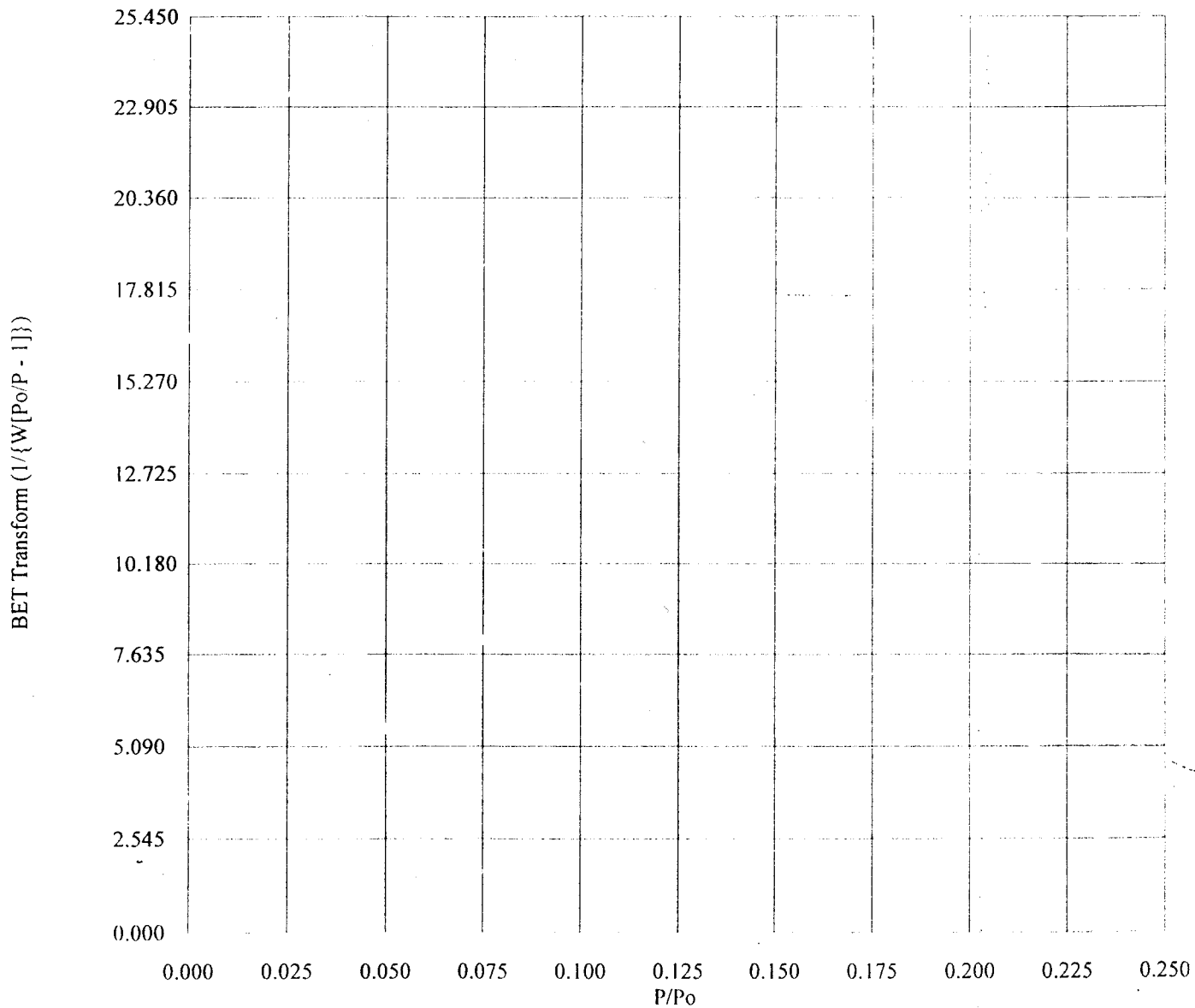
User ID	=	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA C	Sample Cell Number	= 4
Sample Weight	= 0.4130 g	Sample Volume	= 0.4130 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 750.42 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm 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)

P/Po	Volume (cc/g)
0.043426	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

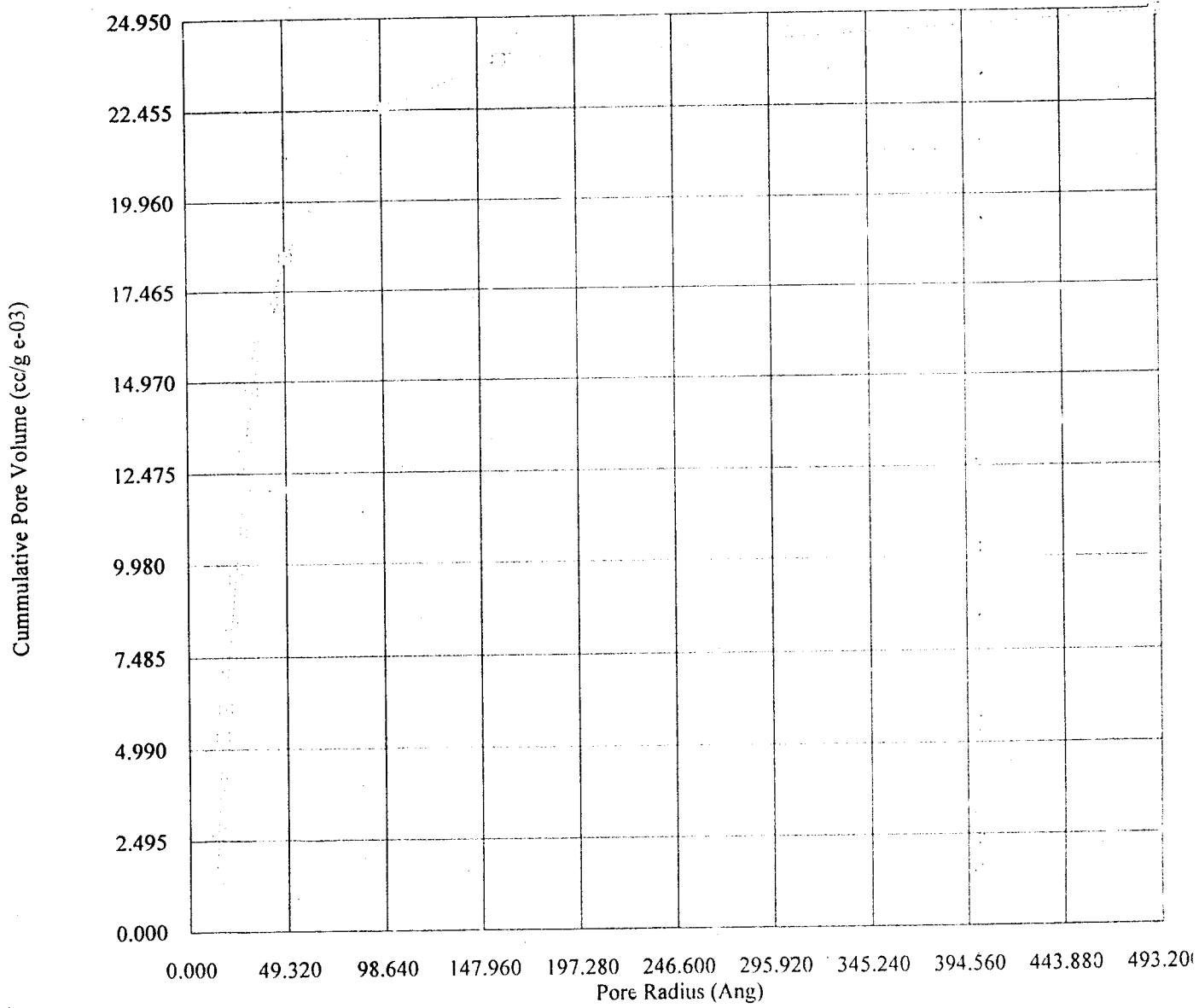
User ID	=	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA B	Sample Cell Number	= 2
Sample Weight	= 0.5770 g	Sample Volume	= 0.5770 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 752.03 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 60 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)



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/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

Pore Radius (Ang)	DVR (Adsorption)		Pore Volume (cc/Å/g e-03)
	Pore Area (sq m/Å/g e-03)		
493.163916	0.078366		0.001932
159.193595	1.870751		0.014891
100.550384	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.

Sample ID  
 Sample Weight  
 Sample Density

01277KA D  
 0.5770 g  
 1.0000 g/cc

Sample Cell Number  
 Sample Volume

0.5770 cc

Po Type  
 Adsorbate

= User  
 = N2

Po  
 Bath Temperature

= 752.03 mm Hg  
 = 77.40 deg K

Adsorption Tolerance  
 Adsorption Equil Time  
 Adsorption Dwell Time

= 0.1000 mm Hg  
 = 60 sec  
 = 180 sec

Desorption Tolerance  
 Desorption Equil Time  
 Desorption Dwell Time

= 0.0000 mm Hg  
 = 0 sec  
 = 0 sec

Analysis Start Time

= Thu Oct 12 10:26:28 2006

Analysis End Time

= Thu Oct 12 11:47:33 2006

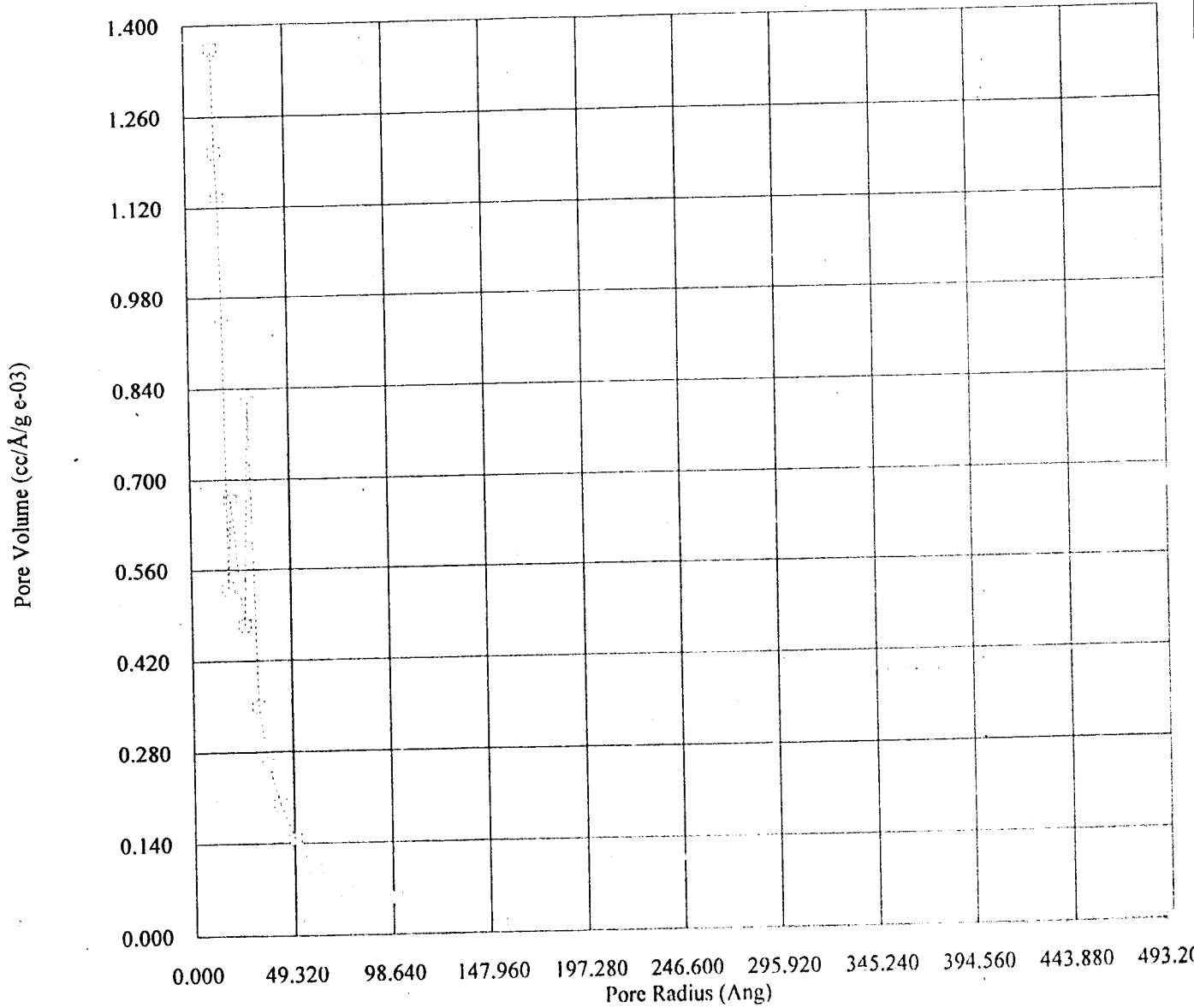
Pore Radius (Ang)	BJH (Adsorption)	
	Cummulative Pore Area (sq m/g e-03)	Cummulative Pore Volume (cc/g e-03)
395.837809	15626.911744	21.257351
155.466167	15572.245396	20.175401
100.353018	15431.344612	19.080135
74.471667	15211.696495	17.978018
59.482513	14931.785993	16.935748
49.315369	14717.075901	16.297173
42.246312	14271.343974	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.

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

DVR (Adsorption)



Quamachrome 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

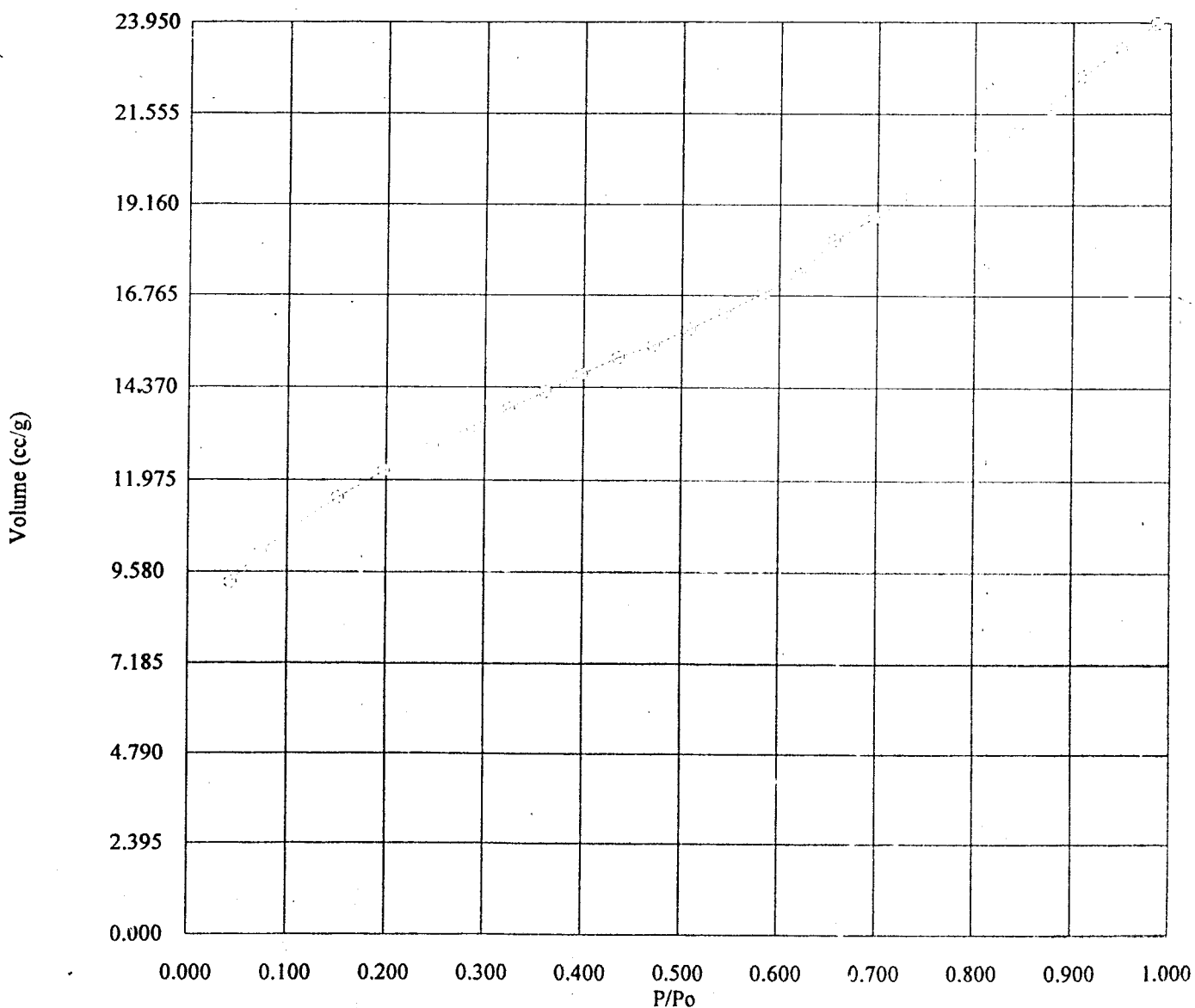
Pore Radius (Ang)	BJH (Adsorption)	
	Cummulative Pore Area (sq m/g e-03)	Cummulative Pore Volume (cc/g e-03)
493.163916	17391.094142	24.919331
159.193595	17345.537001	23.795974
100.550384	17183.526544	22.506423
75.665592	16843.759637	20.798238
60.158490	16514.703957	19.553328
50.128047	16122.852849	18.374670
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.

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)



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

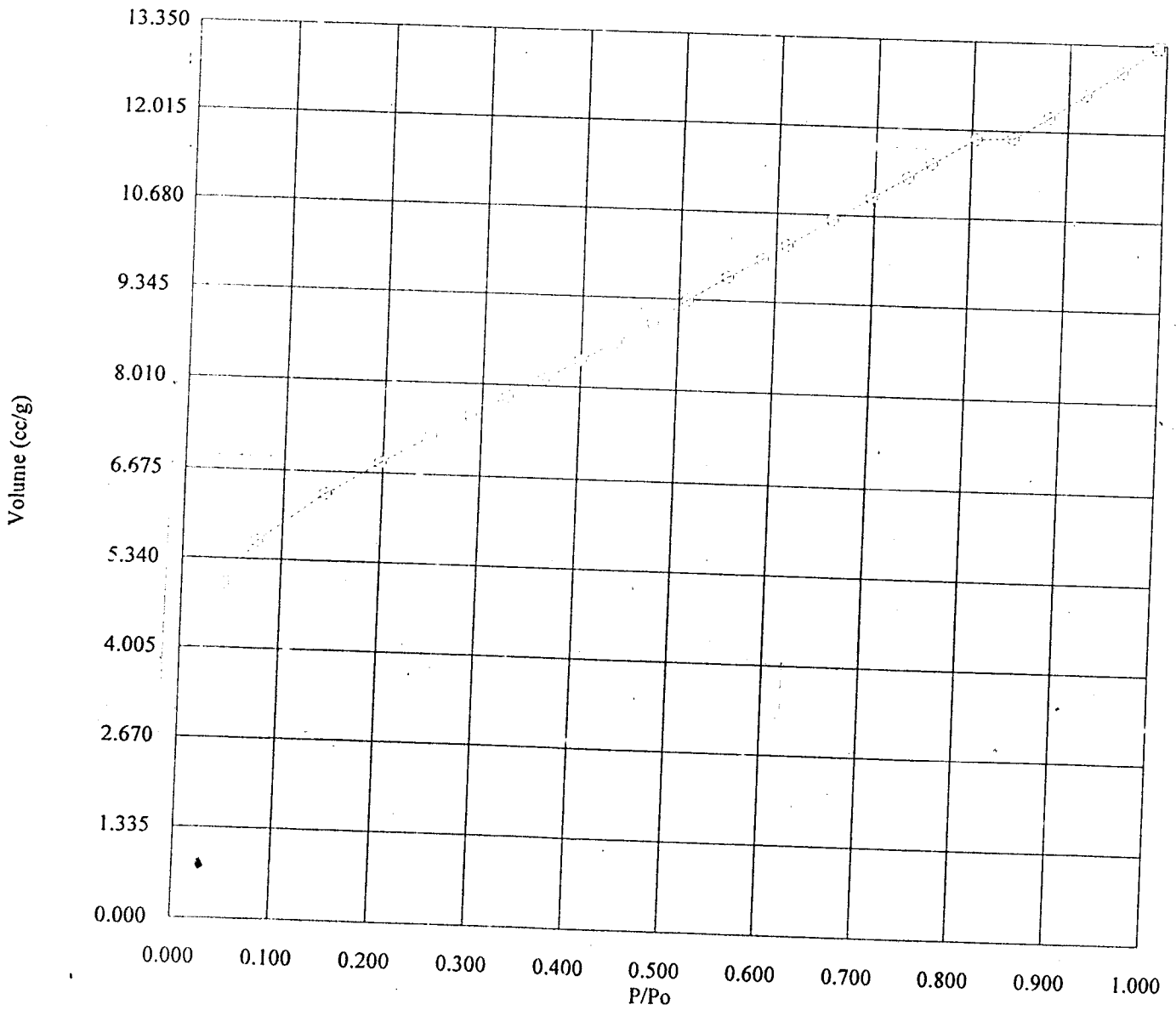
ISOTHERM (Adsorption)

P/Po	Volume (cc/g)
0.043426	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

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

ISOTHERM (Adsorption)



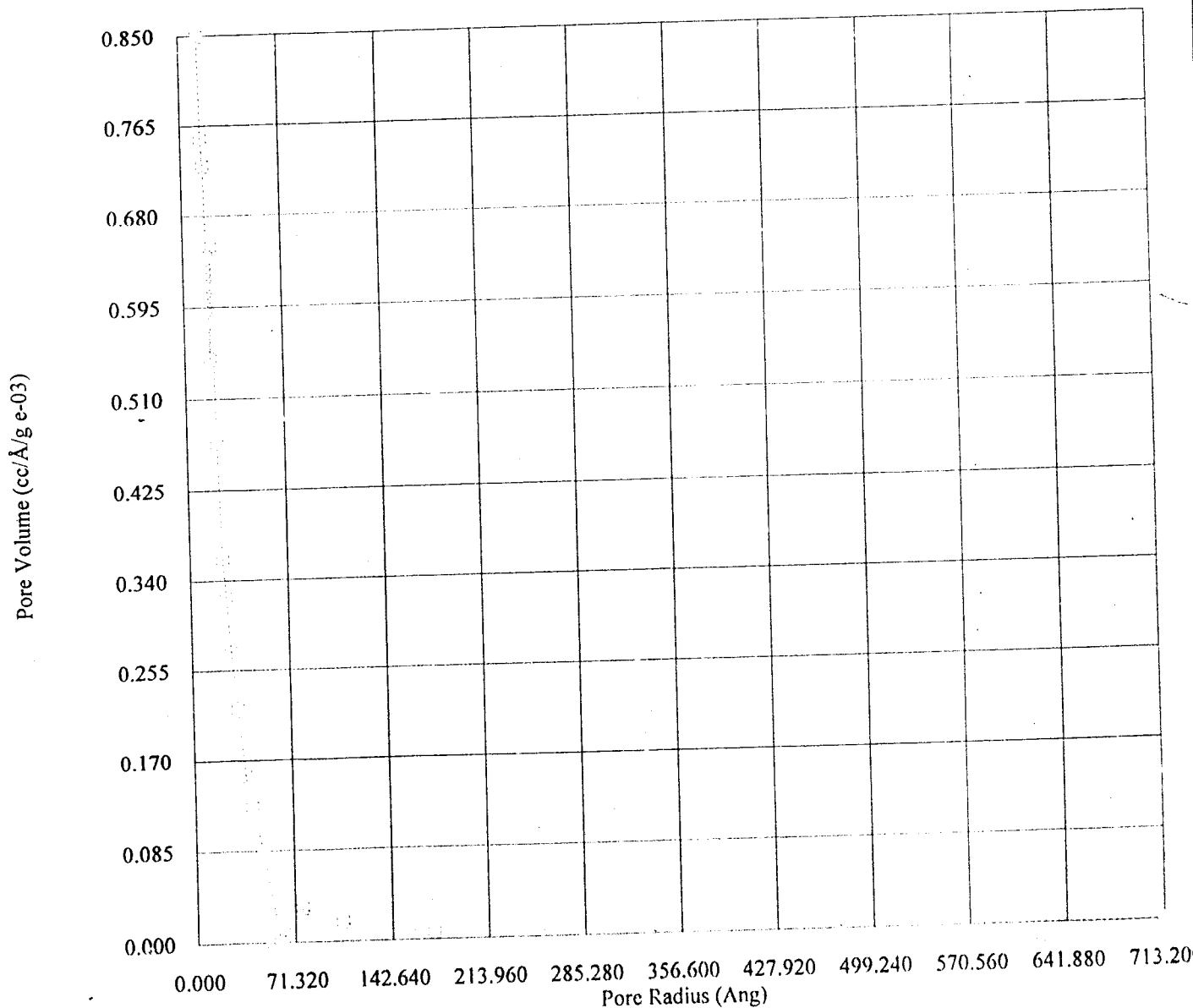
User ID	=		User Setup	=	5
Sample ID	=	617/P/KA D	Sample Cell Number	=	2
Sample Weight	=	0.3600 g	Sample Volume	=	0.3600 cc
Sample Density	=	1.0000 g/cc			
Po Type	=	User	Po	=	751.19 mm Hg
Adsorbate	=	N2	Bath Temperature	=	77.40 deg K
Adsorption Tolerance	=	0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	=	0.0000 mm 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

ISOTHERM (Adsorption)

P/Po	Volume (cc/g)
0.041766	4.974948
0.074668	5.620388
0.143106	6.350013
0.197676	6.827284
0.248808	7.240028
0.288786	7.555113
0.326344	7.840831
0.362874	8.113523
0.400053	8.406539
0.436479	8.692936
0.474271	8.984740
0.509678	9.338205
0.550563	9.693458
0.586238	9.982549
0.611683	10.198342
0.657665	10.600073
0.697090	10.958914
0.734726	11.281526
0.759134	11.497586
0.805022	11.883674
0.843867	11.907478
0.880821	12.226884
0.917852	12.582053
0.954694	12.937724
0.991889	13.314697

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

DVR (Adsorption)



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

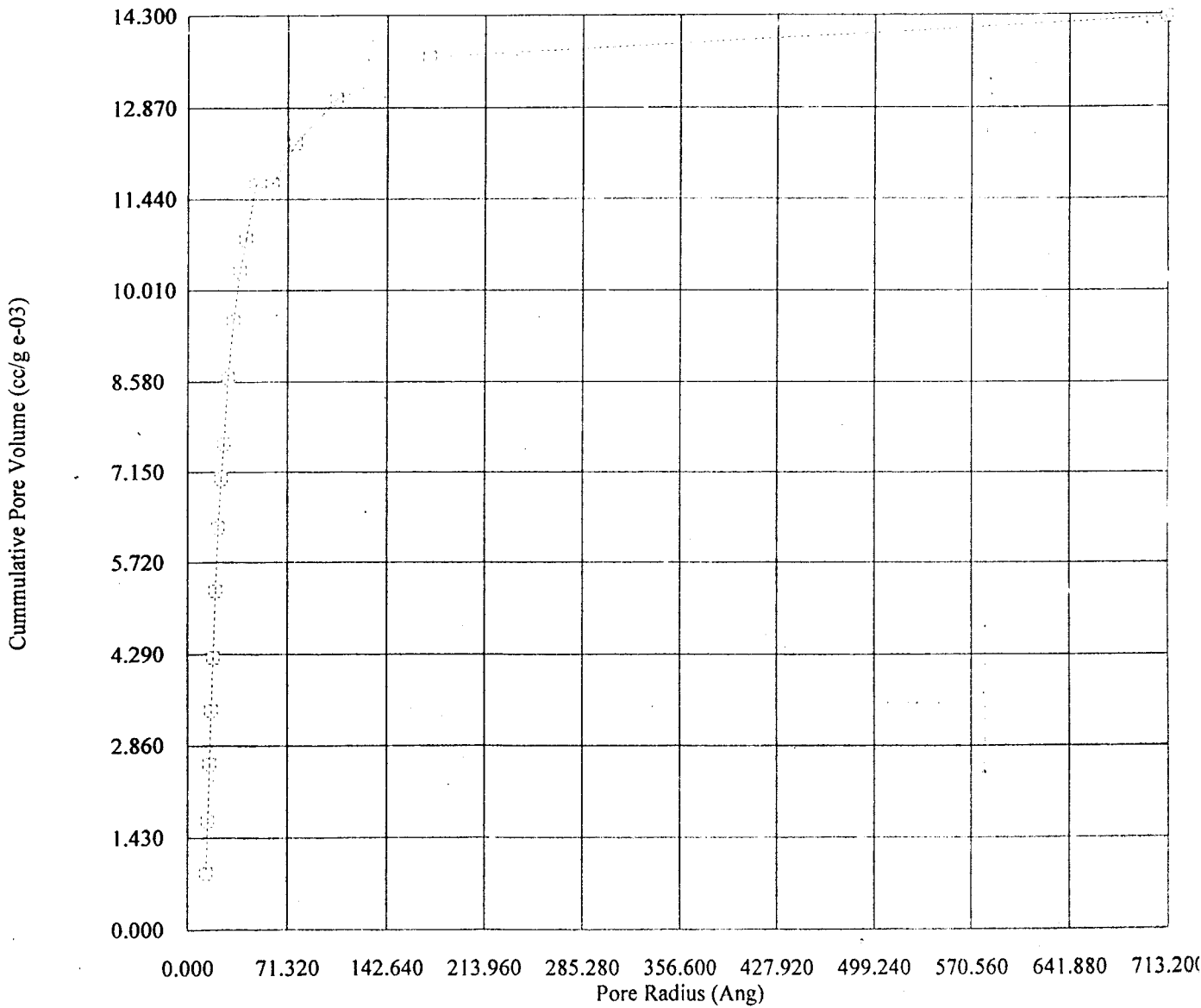
Pore Radius (Ang)	DVR (Adsorption)		Pore Volume (cc/Å/g e-03)
	Pore Area (sq m/Å/g e-03)		
713.192496	0.017470		0.000623
174.076608	0.753929		0.006562
106.275787	3.379536		0.017958
77.283625	8.225959		0.031787
60.677299	0.284824		0.000864
49.055049	34.845914		0.085468
41.968236	59.917984		0.125733
37.471780	82.751779		0.155043
32.937703	132.328035		0.217929
29.000748	187.528657		0.271924
26.232179	246.318763		0.323074
24.277420	295.357373		0.358526
22.141219	421.958377		0.467134
20.282840	640.934475		0.649999
18.726882	584.252626		0.547062
17.316211	741.274376		0.641803
16.057300	905.562094		0.727044
14.907234	1009.089384		0.752137
13.843345	1227.210329		0.849435

Total Pore Volume is 20.566452 e-03 cc/g for  
all pores less than 1173.352108 Angstrom.

Average pore radius is 16.945902 Angstrom.

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

BJH (Adsorption)



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

User ID	=	User Setup	=	5
Sample ID	=	Sample Cell Number	=	2
Sample Weight	=	Sample Volume	=	0.3600 cc
Sample Density	=			
Po Type	=	Po	=	751.19 mm Hg
Adsorbate	=	Bath Temperature	=	77.40 deg K
Adsorption Tolerance	=	Desorption Tolerance	=	0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	=	Desorption Equil Time	=	0 sec
Adsorption Dwell Time	=	Desorption Dwell Time	=	0 sec
Analysis Start Time	=	Analysis End Time	=	Fri Oct 13 12:05:10 2006

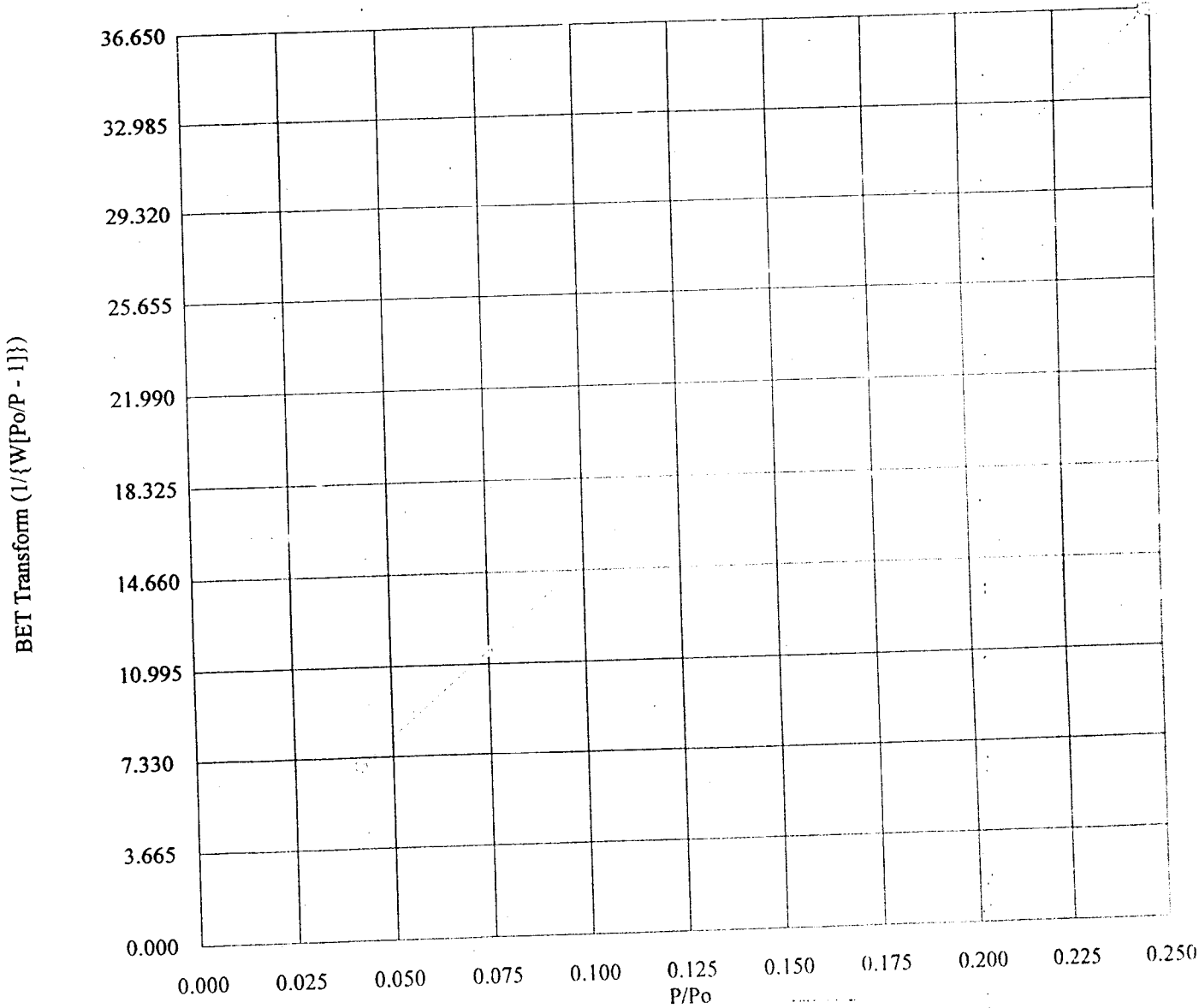
Pore Radius (Ang)	BJH (Adsorption)	
	Cummulative Pore Area (sq m/g e-03)	Cummulative Pore Volume (cc/g e-03)
713.192496	10955.120724	14.264299
174.076608	10937.991889	13.653491
106.275787	10864.301496	13.012102
77.283625	10736.352814	12.332210
60.677299	10570.809581	11.692521
49.055049	10567.081764	11.681211
41.968236	10213.174822	10.813165
37.471780	9972.467135	10.308061
32.937703	9560.725287	9.536626
29.000748	9019.169020	8.644745
26.232179	8310.051847	7.616499
24.277420	7877.575503	7.049259
22.141219	7241.446661	6.277081
20.282840	6347.468138	5.287392
18.726882	5323.179799	4.248618
17.316211	4438.739633	3.420478
16.057300	3469.490013	2.581291
14.907234	2373.509424	1.701367
13.843345	1273.747222	0.881646

Total Pore Volume is 20.566452 e-03 cc/g for all pores less than 1173.352108 Angstrom.

Average pore radius is 16.945902 Angstrom.

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)



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)

P/Po	BET Transform (1/{W[Po/P - 1]})
0.041766	7.009993
0.074668	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