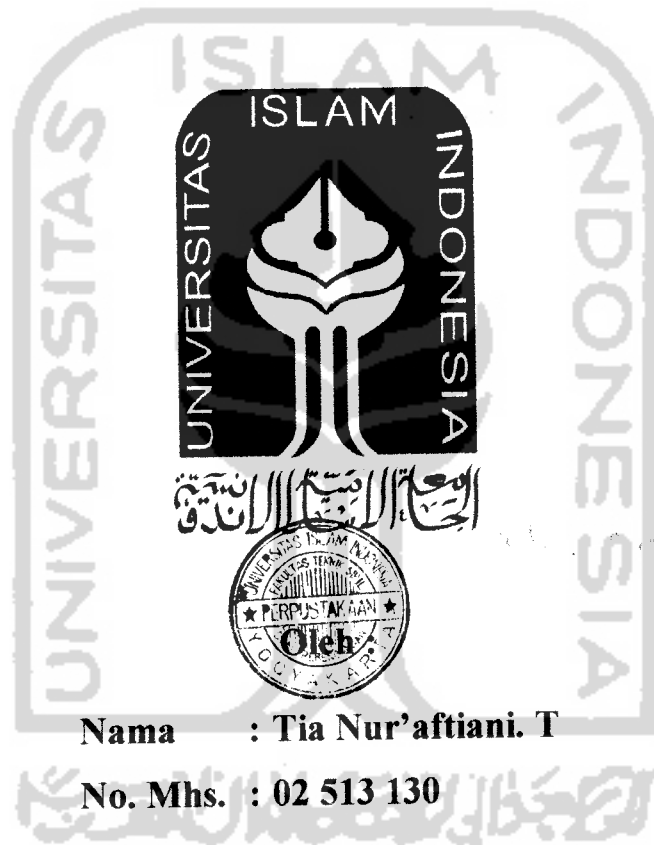


PERPUSTAKAAN FTSP UH	
HADIAH/BELE	
TGL. TERIMA :	10 Mei 2007
NO. JUDUL :	002427
NO. INV. :	5120002427001
NO. INDUK. :	

TUGAS AKHIR

PENURUNAN KADAR *ESCHERICHIA COLI (E. COLI)* DAN TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) PADA AIR TANAH DENGAN MENGUNAKAN MEMBRAN KERAMIK

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Untuk Memenuhi Sebagian
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Lingkungan



Nama : Tia Nur'aftiani. T

No. Mhs. : 02 513 130

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2007**

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UH YOGYAKARTA

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PENURUNAN KADAR E.COLI DAN TSS PADA AIR TANAH
DENGAN MENGGUNAKAN MEMBRAN KERAMIK**


Nama : Tia Nur'aftiani.T

NIM : 02 513 130

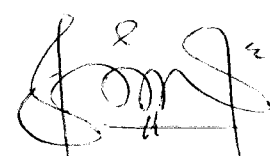
Program Studi : Teknik Lingkungan

Telah diperiksa & disetujui oleh:

IR. KASAM, MT
Pembimbing I


Tanggal: 08-01-07

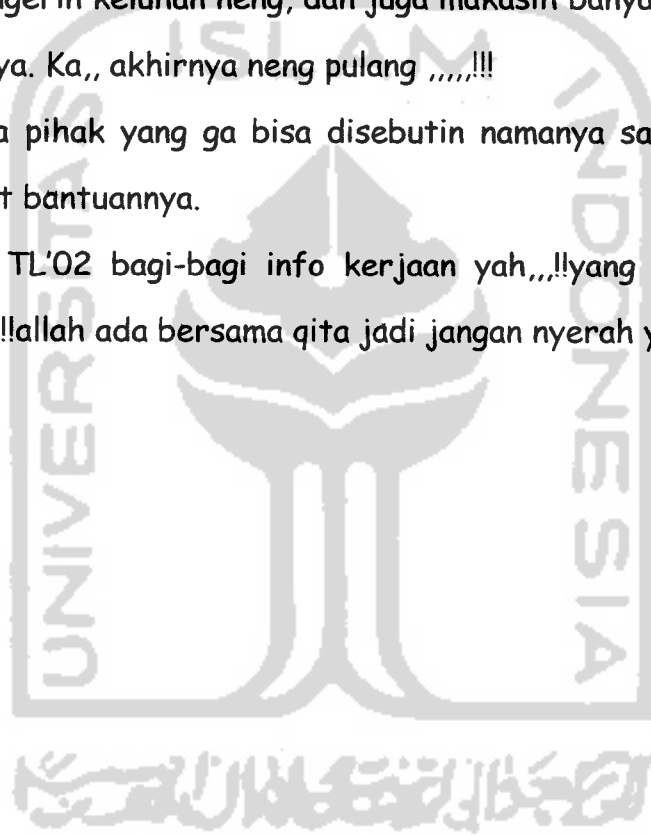
EKO SISWOYO, ST
Pembimbing II


Tanggal: 08-01-2007

SPECIAL THANKS FOR..

- ♥ Sahabat-sahabatku, teman seperjuanganku anak-anak "EB" (Rani, nelly, bani, rina, tio, dian-bona, lala, lia, nefa, the-unk, unhy, tuti, rintis, dan baiq) makasih banyak yah buat persahabatannya,,!! Jangan lupa yah tanggal 12-12-2012 di Km.12 jam 12 OK teman-teman!!!
- ♥ Tetehtu tercinta dan suami, makasih yah dah mo direpotin!!jangan bosen yah direpotin ma tial!!he,,he,,
- ♥ Ajajat, makasih buat nasehat-nasehatnya. Maaf ya a' tia duluan ga papa kan?he,,he,,
- ♥ Sahabatku Rina Ayu Agustina dan Dian A.Nasution, makasih banyak buat semuanya, jangan lupain persahabatan Qita yah,,walaupun Qita jauh tapi hati Qita tetep dekat!!!
- ♥ Nelly Marlina teman seperjuangan KP, KKN, TA, makasih yah buat dukungan, bantuan dan doanya. Kalo ga da kamu ga tau deh gimana jadinya,,makasih banyak yah,,!!!
- ♥ Rasyita Rahmadani, Bani Putri, Sriwahyuni, dan Heru.M makasih banyak yah buat dukungan dan bantuannya. Kalian ga berhenti ngedukung tia walaupun tia dah nyerah tapi kalian tetep ngedukung tia, makasih banyak yah teman-teman!!!
- ♥ Teman-teman KKNqu,,!!Rahma, mas Fauzi, fifi, Nisa, Sinta, rico, dwi, mei, ana, afif. Yang dah diburu-buru ngerjain laporan KKN biar cepet dikumpul,,!!He,,makasih buat bantuannya yah,, aqu kangen kalian semua,,!!!

- ♥ Mz Agus yang ngurusin semua urusan di JTL UII...thanks buat semua bantuannya yaaaa.....
- ♥ Mas iwan laboran lab kualitas Air JTL-UII, makasih banyak yah mas dah bantuin qita ngelab dan dah banyak ngasih masukan buat bikin laporan, maaf ya mas kalo qita dah ngerepotin!!
- ♥ Kakaqu tersayang (Hariadi), makasih banyak yah buat doa, dukungan, dah mo dengerin keluhan neng, dan juga makasih banyak buat cinta dan perhatiannya. Ka,, akhirnya neng pulang ,,,,,!!!
- ♥ Buat semua pihak yang ga bisa disebutin namanya satu-satu!!makasih banyak buat bantuannya.
- ♥ Anak-anak TL'02 bagi-bagi info kerjaan yah,,,!!yang belum lulus ayo semangat,,,!!allah ada bersama qita jadi jangan nyerah yah,,,!!!



MOTTO

“Terimalah kenyataan yang ada, jangan lari darinya. Karena di dunia akan menghadapi persoalan yang terkadang tidak bisa engkau ubah. Maka hadapilah ia dengan sabar dan penuh keimanan”

“berfikirilah yang positif dan optimislah. Jika pada suatu hari persoalanmu menjadi jelek maka jadikanlah ia sebagai pembuka datangnya hari lain yang penuh kegembiraan”

(DR. Aidh Abdullah Al-Qarni, MA)

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan” (QS: As-Syarh: 6)

*Dan Hamba-Hamba yang baik dari tuhan yang maha penyayang
Itu ialah orang-orang yang berjalan diatas bumi dengan rendah hati*

*Dan apabila orang-orang jahat menyapa mereka,
Mereka mengucapkan kata-kata (yang mengandung) keselamatan*

(Al-Furqaan ; 63)

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberi keridhaan-Nya serta tak lupa shalawat dan salam kita haturkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW. atas nikmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “PENURUNAN KADAR E.COLI DAN TSS PADA AIR TANAH DENGAN MENGGUNAKAN MEMBRAN KERAMIK” dengan sebaik-baiknya.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi syarat meraih gelar sarjana teknik lingkungan, di jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Penyusun menyadari bahwa tugas akhir ini tak mungkin dapat diselesaikan tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini saya mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Allah SWT, Tuhan seluruh alam semesta dan penggenggam seluruh jiwa manusia.
2. Nabi Besar Muhammad SAW, Rasul terakhir yang jadi panutanku.
3. Orang Tuaku Tercinta, Apa dan Mama, terima kasih atas doa dan dukungannya.
4. Bapak Luqman Hakim, ST, Msi, selaku ketua jurusan Teknik Lingkungan.
5. Bapak Ir. Kasam, MT, selaku dosen pembimbing I tugas akhir.
6. Bapak Eko Siswoyo, ST selaku dosen pembimbing II tugas akhir.
7. Bapak Hudori, ST, Ibu Yureana, MSC, Bapak Andik Yulianto, dan mas Agus serta seluruh staf pengajar di Jurusan Teknik Lingkungan UII terima kasih atas masukan dan pengajaran selama ini.
8. Perpustakaan UII terima kasih telah membantu penyusunan dan literatur.

DAFTAR ISI

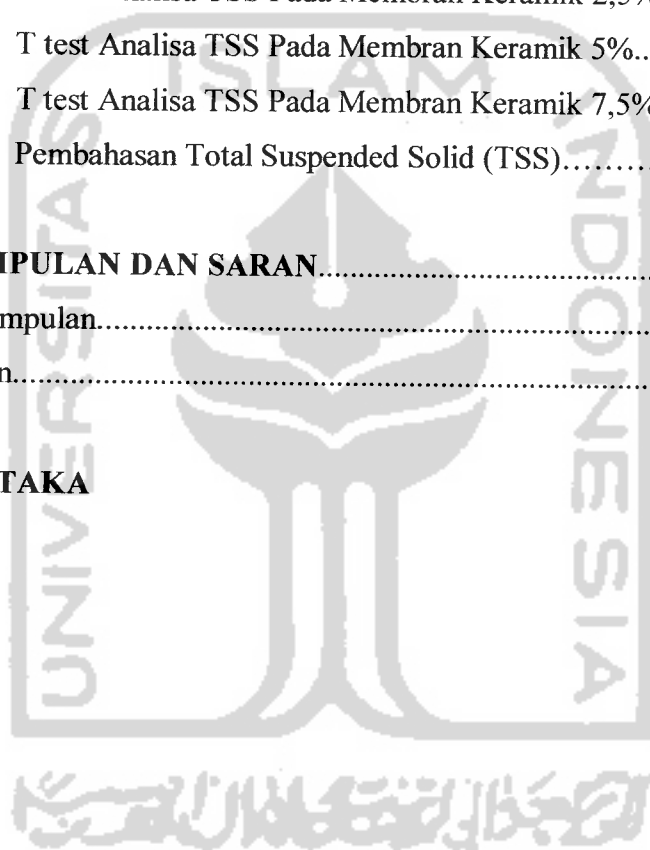
LEMBAR PENGESAHAN.....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ii
MOTTO.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
ABSTRAK.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1. 1 Latar Belakang.....	1
1. 2 Rumusan Masalah.....	5
1. 3 Tujuan Penelitian.....	5
1. 4 Batasan Masalah.....	6
1. 5 Manfaat Penelitian.....	6
1.6 Kekurangan Membran Keramik.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2. 1 Air Baku.....	8
2.1.1. Sumber Air Baku.....	8
2. 2 Karakteristik Air Baku.....	15
2.2.1. Karakteristik Fisis.....	17
2.2.2. Karakteristik Kimiawi.....	17
2.2.3. Karakteristik Biologis.....	18

2.2.4. Parameter Radioaktivitas.....	18
2.3. Bakteri E.Coli dan Total Suspended Solid (TSS) didalam Air Tanah.....	20
2.3.1. Escherichia Coli (E.Coli).....	20
2.3.2. Total Suspended Solid (TSS).....	23
2.4. Membran Keramik.....	26
2.4.1. Keramik.....	29
2.4.2. Bahan Baku Keramik.....	30
2.4.3. Pembuatan Keramik.....	40
2.4.4. Membran.....	45
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	51
3. 1 Umum.....	51
3. 2 Jenis Penelitian.....	51
3.3. Objek Penelitian.....	51
3.4. Lokasi Penelitian.....	52
3.5. Waktu Penelitian.....	52
3.6. Variabel Penelitian.....	52
3.7. Desain Reaktor.....	52
3.8. Dimensi Reaktor.....	53
3.9. Metode Penelitian.....	54
3.10. Tahapan Penelitian.....	56
3.11. Analisa Laboratorium.....	56
3.12. Analisa Data.....	57
3.13. Analisa Data Dengan Menggunakan T-test.....	57
3.14. Hipotesa.....	58
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	59
4.1. Data Hasil Uji Laboratorium.....	60

4.1.1. Kadar Escherichia Coli (E.Coli) dan TSS pada Air Tanah.....	60
4.1.2. Escherichia Coli (E.Coli).....	61
4.1.3. T-test Analisa E.Coli Pada Membran Keramik 2,5%.....	66
4.1.4. T test Analisa E.Coli Pada Membran Keramik 5%.....	68
4.1.5. T test Analisa E.Coli Pada Membran Keramik 7,5%.....	69
4.1.6. Pembahasan Escherichia Coli (E.Coli)	73
4.2. Total Suspended Solid.....	78
4.2.1. T test Analisa TSS Pada Membran Keramik 2,5%.....	83
4.2.2. T test Analisa TSS Pada Membran Keramik 5%.....	85
4.2.3. T test Analisa TSS Pada Membran Keramik 7,5%.....	86
4.2.4. Pembahasan Total Suspended Solid (TSS).....	90
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	96
5.1 Kesimpulan.....	96
5.2 Saran.....	96

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Macam dan perkiraan jumlah limbah serbuk gergaji di Kalimantan Timur.....	39
Tabel 2.2. Jenis kayu dan Kandungan Kimianya yang banyak diolah di Kalimantan Timur.....	39
Tabel 2.3. Perubahan Komposisi Kaolin Dalam Pembakaran.....	45
Tabel 4.1. Kadar E.Coli & TSS yg digunakan pada reaktor Membran Keramik.....	60
Tabel 4.2. Hubungan antara waktu pengambilan sampel dengan konsentrasi E.Coli serta Efisiensi Removal dengan Variasi serbuk gergaji 2.5%.....	62
Tabel 4.3. Hubungan antara waktu pengambilan sampel dengan konsentrasi E.Coli serta Efisiensi Removal dengan Variasi serbuk gergaji 5%.....	64
Tabel 4.4. Hubungan antara waktu pengambilan sampel dengan konsentrasi E.Coli serta Efisiensi Removal dengan Variasi serbuk gergaji 7.5%.....	65
Tabel 4.5. Paired Samples Test.....	70
Tabel 4.6. Multiple Comparisons.....	72
Tabel 4.7. Porositas dari membran keramik dengan variasi serbuk gergaji 2,5%, 5% dan 7,5%.....	74
Tabel 4.8. Hubungan antara waktu pengambilan sampel dengan konsentrasi TSS serta Efisiensi Removal dengan Variasi serbuk gergaji 2.5%.....	79
Tabel 4.9. Hubungan antara waktu pengambilan sampel dengan konsentrasi TSS serta Efisiensi Removal dengan Variasi serbuk gergaji 5%.....	81
Tabel 4.10. Hubungan antara waktu pengambilan sampel dengan konsentrasi TSS, serta Efisiensi Removal dengan Variasi serbuk gergaji 7.5%.....	82
Tabel 4.11. Paired Samples Test.....	87
Tabel 4.12. Multiple Comparisons.....	89

PENURUNAN KADAR E.COLI DAN TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) PADA AIR TANAH DENGAN MENGGUNAKAN MEMBRAN KERAMIK

ABSTRAKSI

Ir.H.Kasam, MT.¹⁾, Eko Siswoyo, ST.²⁾, Tia Nur'aftiani T.³⁾

Air sumur sekarang lebih kotor dibandingkan dengan air sumur dahulu, karena sekarang air sumur diletakkan berdekatan dengan septick tank yang merupakan sumber pencemar yang cukup berbahaya. Kualitas air tanah menurun, dikarenakan pencemar memiliki kandungan bakteriologis yang tinggi sehingga menyebabkan timbulnya penyakit dan padatan tersuspensi yang tinggi dan dapat mempengaruhi tingkat kekeruhan. Untuk itu dilakukan pengolahan dengan teknologi membran keramik, Pada penelitian dengan menggunakan membran keramik ini terdapat 2 proses yang terjadi yaitu filtrasi dan adsorpsi, dimana air dialirkan melalui membran keramik melalui pipa dengan menggunakan bantuan pompa dengan $Q_{maks} = 900$ L/jam, $Ac = 220-240$ Volt/Hz, dan $W = 15$ Watt. Keramik yang digunakan pada penelitian ini adalah keramik dengan variasi serbuk gergaji 2,5%, 5% dan 7,5%.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: a) seberapa besar efisiensi membran keramik dalam menurunkan konsentrasi E.Coli dan TSS, b) mencari komposisi membran keramik yang paling efektif dari serbuk gergaji 2.5%, 5% dan 7.5% dalam menurunkan konsentrasi E.Coli dan TSS pada air tanah, c) mengetahui waktu yang paling efektif dengan variasi waktu 1, 2, 3, 4, 5, dan 6 jam dalam menurunkan konsentrasi E.Coli dan TSS pada air tanah.

Hasil pengujian E.Coli dan TSS dengan membran keramik serbuk gergaji 2,5%, konsentrasi E.Coli mengalami penurunan sampai 95% yaitu dari ≥ 1898 MPN/100ml menjadi 86 MPN/100ml pada jam ke-5, dan konsentrasi TSS mengalami penurunan sampai dengan 84% yaitu dari 155 mg/L menjadi 25 mg/L pada jam ke-3. Pada membran keramik dengan serbuk gergaji 5% konsentrasi E.Coli mengalami penurunan sampai 100% yaitu dari ≥ 1898 MPN/100ml menjadi 0 MPN/100ml pada jam ke 1, 2, 4, dan 5, dan konsentrasi TSS mengalami penurunan sampai dengan 64% yaitu 122 mg/L menjadi 43 mg/L pada jam ke-4. Sedangkan pada membran keramik dengan serbuk gergaji 7.5% konsentrasi E.Coli tidak mengalami penurunan sama sekali mulai dari jam ke 1 sampai 6, dan konsentrasi TSS mengalami penurunan sampai dengan 70% yaitu 108 mg/L menjadi 32 mg/L pada jam ke-6.

Kata kunci: Air tanah, Membran keramik, E.Coli, TSS, Filtrasi, dan Adsorpsi

1) Staf Pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan - Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

2) Staf Pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan - Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

3) Mahasiswa, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas teknik Sipil & Perencanaan – Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

DEGRADATION OF E-COLI AND TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) IN GROUND WATER USING CERAMIC MEMBRANE

ABSTRACT

Ir.H.Kasam, MT.¹⁾, Eko Siswoyo, ST.²⁾, Tia Nur'aftiani T.³⁾

Recently the ground water more dirty than before, because now the well put near of septic tank in with a dangerous source pollutant. So the quality of ground water decrease, as we know pollutant contain high bacteriology compound, in with can cause illness, high suspended solid and effected to turbidity. For this reason we did treatment using ceramic membrane technology. In this research using ceramic membrane there are filtration and adsorbtion, where the water flow to ceramic membrane with the pipe using pump and the specification of pump are $Q_{max} = 900$ L/h, $A_c = 220-240$ Volt/Hz, and $W = 15$ Watt. Ceramic that used in this research are ceramic membrane with variation of saw dust 2,5 %, 5 %, and 7,5 %.

The purpose of this research are to know : a) how big the efficiency of ceramic membrane for decreasing E. Coli and TSS concentration, b) the effective composition of ceramic membrane made from saw dust 2,5 %; 5 %; and 7,5 %, c) the effective time with variation time 1, 2, 3, 4, 5, and 6, to decrease E. Coli and TSS concentration in ground water.

Test result of E. Coli and TSS using ceramic membrane are 2,5 % of saw dust, E. Coli concentration have decrease until 95 % from ≥ 1898 MPN/100 ml to 86 MPN/100 ml at 5 hours, and TSS concentration have decrease until 84 % from 155 mg/l to 25 mg/l at 3 hours. For ceramic membrane with 5 % of saw dust, E. Coli concentration have decrease until 100 % from ≥ 1898 MPN/100 ml to 0 MPN/100 ml at 1, 2, 4, and 5 hours, and TSS concentration have decrease until 64 % from 122 mg/l to 43 mg/l at 4 hours. And for ceramic membrane with 7,5 % of saw dust, E. Coli concentration does not have decrease from 1 hour until 6 hours and TSS concentration have decrease until 70 % from 108 mg/l to 32 mg/l at 6 hours.

Key Word : Ground Water, Ceramic Membrane, E.Coli, TSS, Filtration, and Adsorption

1)Staf Pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan - Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
2)Staf Pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan - Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
3)Mahasiswa, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas teknik Sipil & Perencanaan – Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Siklus Hidrologi.....	9
Gambar 2.2.	Penampang melintang tanah dan posisi air tanah (<i>groundwater</i>) didalam tanah	12
Gambar 2.3.	Proses Perubahan Bentonit Alam Dalam Pembakaran (Meda Sagala, 2000).....	44
Gambar 3.1.	Reaktor membran keramik.....	54
Gambar 3.2.	Diagram alir penelitian.....	55
Gambar 4.1.	Hubungan antara Waktu Pengambilan Sampel dengan konsentrasi E.Coli, serta efisiensi untuk Variasi Serbuk Gergaji 2.5 %.....	63
Gambar 4.2.	Hubungan antara Waktu Pengambilan Sampel dengan konsentrasi E.Coli, serta efisiensi untuk Variasi Serbuk Gergaji 5 %.....	64
Gambar 4.3.	Hubungan antara Waktu Pengambilan Sampel dengan konsentrasi E.Coli, serta efisiensi untuk Variasi Serbuk Gergaji 7.5 %.....	66
Gambar 4.4.	Hubungan antara Waktu Pengambilan Sampel dengan konsentrasi TSS, serta efisiensi untuk Variasi Serbuk Gergaji 2.5 %.....	80
Gambar 4.5.	Hubungan antara Waktu Pengambilan Sampel dengan konsentrasi TSS, serta efisiensi untuk Variasi Serbuk Gergaji 5 %.....	81
Gambar 4.6.	Hubungan antara Waktu Pengambilan Sampel dengan konsentrasi TSS, serta efisiensi untuk Variasi Serbuk Gergaji 7.5 %.....	83

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Air dan sumber-sumbernya merupakan salah satu kekayaan alam yang mutlak dibutuhkan oleh makhluk hidup guna menopang kelangsungan hidupnya dan memelihara kesehatannya, sehingga dapat dikatakan bahwa air tidak dapat dipisahkan dengan kehidupan, tanpa air tidaklah mungkin ada kehidupan. Perkembangan ilmu pengetahuan telah membuktikan bagaimana pentingnya air dalam berbagai fenomena. Namun sumber daya air ada batasnya dan apabila pengelolaannya keliru dapat menimbulkan suatu kerusakan/kehancuran (bencana akibat banjir dan sebagainya). Oleh sebab itu pengembangan dan pengelolaan sumber daya air secara nasional merupakan suatu keharusan.

Beberapa filosof Yunani (abad ke 5 SM) menyatakan bahwa *The Best of all Things is Water* (Air adalah yang terbaik dari segalanya). Walaupun sangat berlebihan, pernyataan ini tidak mengherankan karena sepanjang sejarah kehidupan manusia air selalu dipandang sebagai barang yang paling berharga dan perlu dijaga/dilindungi dan dilestarikan. Pernyataan tersebut di atas merupakan motto dari Organisasi Kesehatan Sedunia (WHO = *World Health Organization*) saat ini. Air lah yang memungkinkan manusia, hewan dan tumbuh-tumbuhan hidup, tanpa air

niscaya kehidupan dan kebudayaan manusia tidak akan bertambah/berkembang sampai sekarang ini.

Tanggung jawab para ahli teknik dimulai dengan pengembangan sumber daya air, untuk memenuhi penyediaan air yang cukup dengan kualitas yang baik, yaitu air harus bebas dari :

- Material tersuspensi yang menyebabkan kekeruhan
- Warna yang berlebihan
- Rasa dan bau
- Material terlarut yang tidak dikehendaki
- Zat – zat yang bersifat agresif
- Dan bakteri indikator pencemaran kotoran

Untuk penyediaan air bersih, air tersebut harus secara nyata memenuhi kebutuhan orang, yaitu dapat langsung diminum (*potable*), juga harus berasa enak dan secara fisis menarik.

Air tanah pada umumnya tergolong bersih secara bakteriologis. Akan tetapi kadar kimia yang terkandung dalam air tanah relatif sangat tinggi, yang sangat bergantung pada formasi litosfer yang dilaluinya. Salah satu senyawa yang terkandung didalam air adalah Bakteri Coli dan Total Suspended Solid (TSS). Kehadiran Bakteri Coli yang merupakan parameter ada tidaknya materi fekal di dalam suatu habitat (di sini air) sangat diharuskan dalam penentuan kualitas air yang aman. Karena itu pengolahan air bersih maupun air minum sangat penting dilakukan.

Berdasarkan alasan-alasan tersebut di atas, maka perlu dirancang suatu teknologi yang diharapkan dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi kadar E.Coli dan TSS yang terdapat pada air sumur. Pada penelitian ini dipilih teknologi dengan menggunakan membran keramik dengan komposisi tanah lempung, pasir kwarsa dan serbuk gergaji. Teknologi keramik merupakan teknologi yang kini sedang dikembangkan. Teknologi ini memiliki kelebihan-kelebihan seperti bahan-bahannya telah ada dialam, murah dan mempunyai nilai ekonomi yang tinggi.

Untuk teknologi membran keramik sendiri telah ada penelitian sebelumnya tentang efisiensi pemisahan optimum untuk purifikasi air garam dan konsentrasi logam berat pada limbah electroplating pada penggunaan kembali bahan baku dengan tujuan untuk menyediakan air tawar didaerah pesisir dan menyediakan konsentrat logam berat dari suatu limbah pelapisan logam atau sejenisnya, agar dapat diproses kembali untuk bahan baku. Hasil dari penelitian adalah sebagai berikut: Efisiensi pemisahan optimum untuk salinitas berkisar antara 32-28% untuk material dengan komposisi keramik Karang Pilang/Pasir/SG 10/5/2.5 dengan kecepatan filtrasi 5 liter per jam. Air baku yang dengan kadar klorida 1000, 5000, dan 10000 mg/L terpisahkan salinitasnya masing-masing sebesar 33, 32, dan 38% dengan kecepatan filtrasi masing-masing sebesar 5.94, 4.32, dan 4.7L/jam. Komposisi material keramik Sidoarjo/pasir/arang 10/5/1, keramik Sidoarjo/pasir/SG 10/5/2, keramik Karang Pilang/pasir/arang 10/5/1.5, dan keramik/SG 10/2.5, ditenggarai mempunyai kemampuan pemisahan terbaik

untuk logam tembaga. Efisiensi pemisahan tertinggi untuk logam kromium terjadi pada komposisi material keramik Sidoarjo/pasir/arang 10/5/2, keramik Sidoarjo/pasir/SG 10/5/1, keramik Karang Pilang/pasir/arang 10/5/2.5, keramik Karang Pilang/pasir/SG 10/5/1, dan keramik/SG 10/2.5. (Wahyono Hadi, 5 oktober 2006)

Ada juga penelitian sebelumnya yang membahas tentang penurunan kadar E.Coli dan TDS pada limbah domestik dengan menggunakan membran keramik. Hasil dari penelitian adalah : untuk kadar E.Coli pada variasi serbuk gergaji 7.5% efisiensi berkisar antara 0-98.94%, sedangkan variasi serbuk gergaji 10% efisiensi berkisar antara 0-92.67%. Untuk konsentrasi TDS pada variasi serbuk gergaji 7.5% efisiensi berkisar antara 38%-70.71%, sedangkan pada variasi serbuk gergaji 10% efisiensi berkisar antara 25.3%-49.66%. (Nutayla. N, 2006)

Ada juga pembahasan tentang penurunan kadar Fe dan Mn pada air tanah dengan menggunakan membran keramik. Hasil dari penelitian adalah : untuk konsentrasi Fe pada variasi serbuk gergaji 2.5% efisiensi berkisar antara 76,08%-80,01%, variasi serbuk gergaji 5% efisiensi berkisar antara 61,06%-91,18%, sedangkan variasi serbuk gergaji 7.5% efisiensi berkisar antara 94,50%-99,86%. Untuk konsentrasi Mn pada variasi serbuk gergaji 2.5% efisiensi berkisar antara 4,61%-90,07%, variasi serbuk gergaji 5% efisiensi berkisar antara -185,820%-96,76%, sedangkan variasi serbuk gergaji 7.5% efisiensi berkisar antara -108,790%-70,49%. (Nasution. D.A, 2006)

I.4. Batasan Masalah

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

- a) Metode yang digunakan adalah metode filtrasi dengan menggunakan reaktor Membran keramik, dengan komposisi reaktor adalah tanah lempung, pasir kuarsa dan serbuk gergaji.
- b) Jenis tanah lempung yang digunakan adalah tanah lempung dengan bakaran suhu rendah.
- c) Sampel yang akan digunakan diambil dari air tanah
- d) Parameter yang diukur adalah: E.Coli dan Total Suspended Solid (TSS)
- e) Variasi dari serbuk gergaji adalah : 2.5%, 5% dan 7.5%.
- f) Variasi dari waktu tinggal adalah : 1 Jam, 2 Jam, 3 Jam, 4 Jam, 5 Jam, dan 6 Jam.

I.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

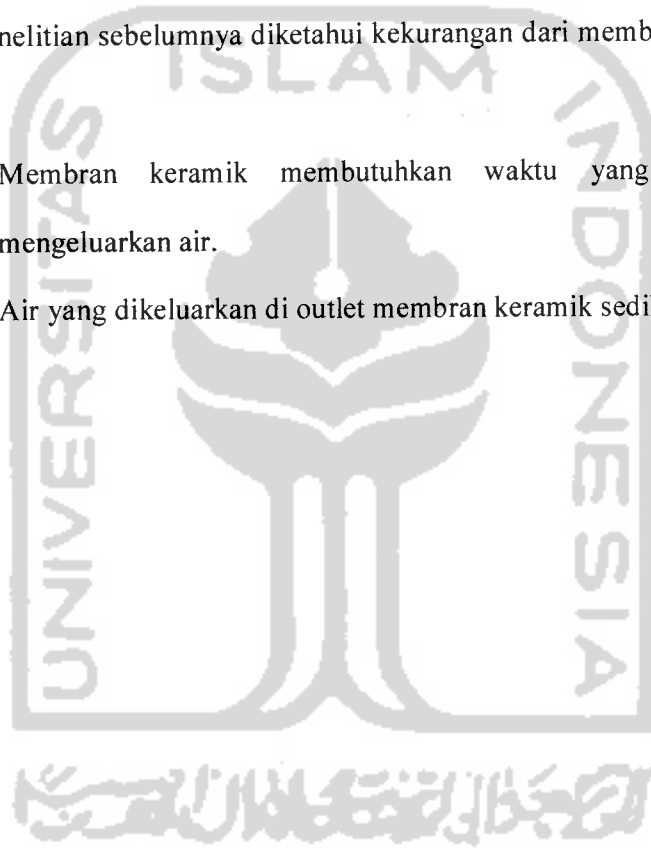
- a) Mendapatkan suatu teknologi yang murah dan sederhana yang dapat menurunkan konsentrasi E.Coli dan TSS didalam air
- b) Memberikan salah satu alternatif pengolahan air minum dalam menurunkan konsentrasi E.Coli dan TSS.

- c) 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 E.Coli dan TSS.

I.6. Kekurangan Membran Keramik

Dari penelitian sebelumnya diketahui kekurangan dari membran keramik ini adalah :

- a) Membran keramik membutuhkan waktu yang lama untuk mengeluarkan air.
- b) Air yang dikeluarkan di outlet membran keramik sedikit.



BAB II

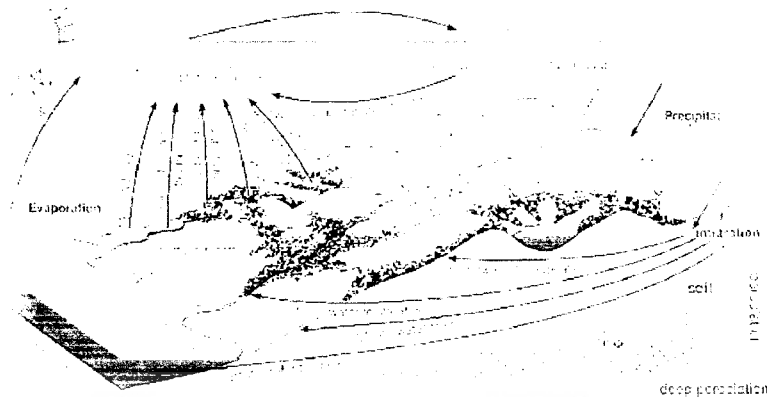
TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Air Baku

Kehidupan di bumi bergantung pada air. Planet kita merupakan planet satu-satunya yang mempunyai air dalam wujud cair. Air ini jatuh ke atas bumi sebagai presipitasi kemudian mengalir baik di atas maupun dibawah permukaannya, dan merupakan pelarut unik yang mengangkut bahan-bahan makanan pokok untuk kehidupan. Dengan terus bergerak diatas dan dibawah permukaan tanah, air mempertahankan dan menghubungkan ekosistem-ekosistem planet bumi. Sebagian langsung dikembalikan ke atmosfer, antara lain melalui tumbuhan. Sisanya mengalir ke dalam dan di atas tanah, membasahi tanah, masuk kedalam organisme lalu keluar lagi, mengisi sungai-sungai dan danau-danau, masuk kelaut, dan akhirnya kembali ke atmosfer.

II.1.1. Sumber Air Baku

Dalam memilih sumber air baku, maka harus diperhatikan persyaratan utamanya yang meliputi kualitas, kuantitas, kontinuitas, dan biaya yang murah dalam proses pengambilan sampai pada proses pengolahannya.



Gambar 2.1. Siklus Hidrologi
(Sumber : *www. Google.com*)

Beberapa sumber air baku yang dapat digunakan untuk penyediaan air dikelompokkan sebagai berikut :

a. Air Hujan

Dari segi kuantitas, air hujan tergantung pada besar kecilnya curah hujan, sehingga air hujan tidak mencukupi untuk persediaan umum karena jumlahnya berfluktuasi. Begitu pula bila dilihat dari segi kontinuitasnya, air hujan tidak dapat diambil secara terus-menerus, karena tergantung pada musim. Pada musim kemarau kemungkinan air akan menurun karena tidak ada penambahan air hujan.

Air hujan disebut juga dengan air angkasa. Beberapa sifat kualitas dari air hujan adalah sebagai berikut :

- Bersifat lunak karena tidak mengandung larutan garam dan zat-zat mineral.
- Air hujan pada umumnya bersifat lebih bersih.

- Dapat bersifat korosif karena mengandung zat-zat yang terdapat di udara seperti NH_3 , CO_2 agresif, ataupun SO_2 . Adanya konsentrasi SO_2 yang tinggi di udara yang bercampur dengan air hujan akan menyebabkan terjadinya hujan asam (acid rain).

b. Air Permukaan

Air permukaan yang biasanya dimanfaatkan sebagai sumber atau bahan baku air adalah :

1. Air Waduk (berasal dari air hujan).
2. Air Sungai (berasal dari air hujan dan mata air)
3. Air Danau (berasal dari air hujan, air sungai, dan mata air).

Pada umumnya air permukaan telah terkontaminasi dengan berbagai zat-zat yang berbahaya bagi kesehatan, sehingga memerlukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dikonsumsi oleh masyarakat. Kontaminan atau zat pencemar ini berasal dari buangan domestic, buangan industri dan limbah pertanian. Zat-zat pencemar tersebut antara lain Total Suspended Solid (TSS), yang berpengaruh pada kekeruhan, zat-zat organik sebagai KMnO_4 , logam berat dari air limbah industri misalnya industri baterai yang menghasilkan Pb (timbal).

Kontinuitas dan kualitas dari air permukaan dapat dianggap tidak menimbulkan masalah yang besar untuk penyediaan air bersih yang memakai bahan baku air permukaan.

c. Air Laut

Mempunyai sifat asin, karena mengandung garam NaCl. Kadar garam NaCl dalam air laut 3%. Dengan keadaan ini, maka air laut tidak memenuhi syarat untuk air minum, dan apabila mau memakai air laut maka membutuhkan teknologi dengan biaya yang mahal.

d. Air Tanah

Air tanah (*Groundwater*) merupakan air yang berada dibawah permukaan tanah. Air tanah ditemukan pada akifer. Pergerakan air tanah sangat lambat; kecepatan arus berkisar antara 10^{-10} - 10^{-3} m/detik dan dipengaruhi oleh porositas, permeabilitas dari lapisan tanah, dan pengisian kembali air (*recharge*). Karakteristik utama yang membedakan air tanah dengan air permukaan adalah pergerakan yang sangat lambat dan waktu tinggal. Karena pergerakan yang sangat lambat dan waktu tinggal yang lama tersebut air tanah akan sulit untuk pulih kembali jika mengalami pencemaran.

Daerah dibawah tanah yang terisi air tersebut adalah daerah saturasi (*zone of saturation*). Pada daerah saturasi, setiap pori tanah dan batuan terisi oleh air, yang merupakan air tanah (*groundwater*). Batas atas daerah saturasi disebut *water table*, yang merupakan peralihan antara daerah saturasi yang banyak mengandung air dan daerah belum saturasi/ jenuh (*unsaturated/ vadose zone*) yang masih mampu menyerap air (Hefni, 2003).

Permukaan tanah

Daerah <i>unsaturated</i> (tak jenuh)
<i>water table</i> Air tanah/ <i>Groundwater</i> (Daerah saturasi)
Lapisan tanah bagian bawah

Gambar 2.2. Penampang melintang tanah dan posisi air tanah (*groundwater*) didalam tanah (modifikasi Miller, 1992 dalam Hefni, 2003)

Air tanah banyak mengandung garam dan mineral yang terlarut pada waktu air melalui lapisan-lapisan tanah. Secara praktis air tanah adalah bebas dari polutan karena berada dibawah permukaan tanah, tetapi tidak menutup kemungkinan bahwa air tanah dapat tercemar oleh zat-zat yang mengganggu kesehatan seperti kandungan Fe, Mn, Bakteri E.Coli, dan Kesadahan yang terbawa oleh aliran permukaan tanah. Bila ditinjau dari kedalaman air tanah maka air tanah dibedakan menjadi dua macam :

1. Air Tanah dangkal.

Air tanah dangkal mempunyai kualitas lebih rendah dibanding kualitas air tanah dalam. Air tanah tanah dangkal terjadi karena daya proses peresapan air dari permukaan tanah. Lumpur akan tertahan, demikian pula dengan sebagian bakteri, sehingga air tanah akan jernih tetapi lebih banyak mengandung zat kimia (garam-garam yang terlarut) karena melalui lapisan tanah yang mempunyai unsure-unsur kimia tertentu untuk masing-masing lapisan tanah. Lapisan tanah disini berfungsi sebagai saringan. Disamping penyaringan, penggelontoran juga terus masih berlangsung, terutama pada

muka air yang dekat dengan muka tanah, setelah menemui lapisan rapat air, air akan terkumpul merupakan air tanah dangkal dimana air tanah ini dimanfaatkan untuk sumber air minum melalui sumur-sumur dangkal.

Air tanah dangkal ini terdapat pada kedalaman 15m. Sebagai sumur air minum, air tanah dangkal ini ditinjau dari segi kualitas agak baik. Kuantitas kurang cukup dan tergantung pada musim.

2. Air Tanah Dalam

Terdapat setelah lapis rapat air yang pertama. Pengambilan air tanah dalam, tidak semudah pada air tanah dangkal. Dalam hal ini harus digunakan bor dan memasukkan pipa kedalamnya sehingga dalam suatu kedalaman (biasanya antara 100-300 m) akan didapatkan suatu lapis air. Jika tekanan air tanah ini besar, maka air dapat menyembur keluar dan dalam keadaan ini sumur disebut dengan sumur artesis. Jika air tidak dapat keluar dengan sendirinya maka digunakan pompa untuk membantu pengeluaran air tanah dalam ini.

☞ Kualitas Air Tanah dalam

Pada umumnya lebih baik dari air tanah dangkal, karena penyaringannya lebih sempurna dan bebas dari bakteri. Susunan unsur-unsur kimia tergantung pada lapis-lapis tanah yang dilalui. Jika melalui tanah kapur, maka air itu akan menjadi sadah, karena mengandung $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ dan $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$. Jika melalui batuan granit, maka air itu lunak dan agresif karena mengandung gas CO_2 dan $\text{Mn}(\text{HCO}_3)_2$.

Untuk mengurangi kadar Fe yang menyebabkan korosi itu harus diadakan pengolahan dengan jalan aerasi yaitu memberikan kontak dengan udara sebanyak-banyaknya agar $\text{Fe}(\text{OH}_3)$ dan $\text{Fe}(\text{OH}_4)$ mengendap dan kemudian disaring. Air sadah tidak ekonomis dalam penggunaannya, karena :

- a. Terlalu boros dalam pemakaian sabun.

Hal ini disebabkan karena air sadah mengandung Ca^{2+} yang jika bereaksi dengan $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$ (sabun) akan terjadi endapan $\text{C}_{17}\text{H}_{35}(\text{COO}_2)\text{Ca}$ yang menyebabkan tidak terbentuknya busa sabun. Setelah Ca habis, barulah busa akan terbentuk.

- b. Mengganggu pada ketel-ketel air karena terjadi reaksi :



Dengan terjadinya endapan CaCO_3 sebagai batu ketel, maka hal ini sangat mengganggu dalam pemindahan panas (ada beda suhu) sehingga sering terjadi ledakan pada ketel-ketel air atau sumbatan pada pipa-pipa.

Kualitas pada air tanah pada umumnya mencukupi (tergantung pada lapisan keadaan tanah) dan sedikit pengaruh oleh perubahan musim.

e. Mata Air

Adalah air tanah yang keluar dengan sendirinya kepermukaan tanah. Mata air yang berasal dari tanah dalam, hamper tidak terpengaruh oleh musim dan kualitas/kuantitasnya sama dengan keadaan air tanah dalam.

Berdasarkan keluarnya/munculnya sama dengan keadaan air tanah terbagi atas:

- Rembesan, dimana air keluar dari lereng-lereng.
- Umbul, dimana air keluar ke permukaan pada suatu dataran.

Dari segi kualitas, mata air adalah sangat baik bila dipakai sebagai air baku, karena berasal dari dalam tanah yang muncul ke permukaan tanah akibat tekanan, sehingga belum terkontaminasi oleh zat-zat pencemar. Biasanya lokasi mata air merupakan daerah terbuka, sehingga mudah terkontaminasi oleh lingkungan sekitar. Contohnya banyak ditemui bakteri E.Coli pada mata air.

Dari segi kuantitasnya, jumlah dan kapasitas mata air sangat terbatas sehingga hanya mampu memenuhi kebutuhan sejumlah penduduk tertentu. Begitu pula bila mata air tersebut terus-menerus kita ambil semakin lama akan habis dan terpaksa penduduk mencari sumber mata air yang baru.

II.2. Karakteristik Air Baku

Penyediaan air bersih, selain kuantitasnya, kualitasnya pun harus memenuhi standar yang berlaku. Untuk itu perusahaan air minum selalu memeriksa kualitas air bersih sebelum didistribusikan kepada pelanggan sebagai air minum. Air minum yang ideal seharusnya jernih, tidak berbau, tidak berwarna, tidak berasa. Air minum pun seharusnya tidak mengandung kuman patogen dan segala makhluk yang membahayakan kesehatan manusia. Tidak mengandung zat kimia yang dapat merubah fungsi tubuh,

tidak dapat diterima secara estetis dan dapat merugikan secara ekonomis. Air itu seharusnya tidak korosif, tidak meninggalkan endapan pada seluruh jaringan distribusinya. Pada hakekatnya diadakan pengolahan air untuk mencegah hal-hal tersebut diatas serta terjadinya *water borne disease*.

Standar air bersih di setiap negara berbeda sesuai dengan keadaan sosial-ekonomi-budaya setempat. Namun dari manapun asal suatu standar air bersih karakteristiknya dibagi ke dalam beberapa bagian antara lain :

1. Karakteristik fisis
2. Karakteristik kimiawi
3. Karakteristik biologis

Dalam hal air bersih, sudah merupakan praktek umum bahwa dalam menetapkan kualitas dan karakteristik dikaitkan dengan suatu baku mutu air tertentu (standar kualitas air). Untuk memperoleh gambaran yang nyata tentang karakteristik air baku, seringkali diperlukan pengukuran sifat-sifat air atau biasa disebut parameter kualitas air, yang beraneka ragam. Formulasi-formulasi yang dikemukakan dalam angka-angka standard tentu saja memerlukan penilaian yang kritis dalam menetapkan sifat-sifat dari tiap parameter kualitas air. Parameter tersebut terbagi dalam :

1. Parameter fisis
2. Parameter kimiawi
3. Parameter biologi
4. Parameter radiologis

Untuk dapat memahami akibat yang dapat terjadi apabila air minum tidak memenuhi standar, berikut pembahasan karakteristik beserta parameter kualitas air bersih berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI, 416/MENKES/PER/IX/1990 :

II.2.1. Karakteristik Fisis

Sifat-sifat fisis air adalah relatif mudah untuk diukur dan beberapa diantaranya mungkin dengan cepat dapat dinilai oleh orang awam.

- | | |
|----------|---------------------------------------|
| a. Bau | e. Jumlah zat padat tersuspensi (TSS) |
| b. Rasa | f. Jumlah zat padat terlarut (TDS) |
| c. Suhu | g. Kekeruhan |
| d. Warna | |

II.2.2. Karakteristik Kimiawi

Karakteristik kimia cenderung lebih khusus sifatnya dibandingkan dengan karakteristik fisis dan oleh karena itu lebih cepat dan tepat untuk menilai sifat-sifat air dari suatu sampel.

A. Kimia Anorganik

- | | | |
|--------------|-------------------|------------|
| a. Air raksa | g. Khlorida | m. Sulfat |
| b. Aluminiu | h. Mangan | n. Tembaga |
| c. Arsen | i. pH | o. Timbal |
| d. Barium | j. Perak | p. Sianida |
| e. Besi | k. Nitrat, Nitrit | |
| f. Kepadahan | l. Seng | |

B. Kimia Organik

- | | |
|-------------------------------|---|
| a. Aldrin dan dieldrin | e. 2,4-D |
| b. Benzo (a) pyrene (B (a) P) | f. Dichloro-diphenyl-trichloroetane (DDT) |
| c. Chlordane | g. Detergen |
| d. Chloroform | h. Zat Organik |

II.2.3. Karakteristik Biologis

Analisis Bakteriologi suatu sampel air bersih biasanya merupakan parameter kualitas yang paling sensitif. Kedalam parameter mikrobiologis ini hanya dicantumkan koliform tinja dan total koliform. Sebetulnya kedua macam parameter ini hanya berupa indikator bagi berbagai mikroba yang dapat berupa parasit (protozoa, metazoa, tungau), bakteri patogen dan virus.

- JPT Coli/100 cc air

Jumlah perkiraan terdekat (JPT) bakteri coliform/100 cc air digunakan sebagai indikator kelompok mikrobiologis. Hal ini tentunya tidak terlalu tepat, tetapi sampai saat ini bakteri inilah yang paling ekonomis dapat digunakan untuk kepentingan tersebut. Untuk membuat air menjadi aman untuk diminum, tidak hanya tergantung pada pemeriksaan mikrobiologis, tetapi biasanya juga ditunjang oleh pemeriksaan residu khlor misalnya.

II.2.4. Parameter Radioaktivitas

Apapun bentuk radioaktivitas efeknya adalah sama, yakni menimbulkan kerusakan pada sel yang terpapar. Kerusakan dapat berupa

kematian dan perubahan komposisi genetik. Perubahan genetik dapat menimbulkan berbagai penyakit seperti kanker dan mutasi. Sinar alpha, beta dan gamma berbeda dalam kemampuan menembus jaringan tubuh. Sinar alpha sulit menembus kulit, jadi bila tertelan lewat minuman maka yang terjadi adalah kerusakan sel-sel pencernaan, sedangkan beta dapat menembus kulit dan gamma dapat menembus sangat dalam. Kerusakan yang terjadi ditentukan oleh intensitas sinar serta frekuensi dan luasnya pemaparan.

Standar kualitas air adalah baku mutu yang ditetapkan berdasarkan sifat-sifat fisik, kimia, radioaktif maupun bakteriologis yang menunjukkan persyaratan kualitas air tersebut. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air Pengendalian Pencemaran Air, air menurut kegunaannya digolongkan menjadi :

- ❖ Kelas I : Air yang peruntukkannya dapat digunakan untuk air baku air minum dan atau peruntukkan lain yang memprasyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- ❖ Kelas II : Air yang peruntukkannya dapat digunakan untuk prasaranan/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertamanan, dan atau peruntukan lain yang memprasyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- ❖ Kelas III : Air yang peruntukkannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi

pertamanan, dan atau peruntukkan lain yang memprasyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

- ❖ Kelas IV : Air yang peruntukkannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian dan atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Air minum yang ideal untuk dikonsumsi seharusnya jernih, tidak berbau, tidak berwarna, tidak berasa. Selain itu, air minum pun seharusnya tidak mengandung kuman patogen yang membahayakan kesehatan manusia.

II.3. Bakteri E.Coli dan Total Suspended Solid (TSS) Didalam Air Tanah

II.3.1. Escherichia Coli (E.Coli)

Air minum tidak boleh terlalu banyak mengandung bakteri, karena akan mengganggu kesehatan, oleh karena itu diperlukan pemeriksaan kualitas air dengan menggunakan *Escherichia Coli (E.coli)* sebagai indikator dan bakteri *Streptococcus* untuk mengetahui asal atau sumber pencemarnya.

Berbagai organisme baik yang patogen maupun tidak dapat berada di perairan. Organisme patogen termasuk bakteri, protozoa, virus, cacing dan kesemuanya yang dapat menyebabkan berbagai macam penyakit seperti halnya disentri, kolera, hepatitis, typhus, paratyphus, dan penyakit saluran pencernaan. Sumber utama organisme patogen berasal dari kotoran manusia dan kotoran hewan yang dibuang melalui air limbah rumah tangga atau peternakan.

Bakteri–bakteri patogen ada bermacam-macam dan konsentrasinya agak rendah, hal ini menyebabkan bakteri-bakteri tersebut sulit dideteksi. Analisa bakteriologi untuk bakteri-bakteri tersebut biasanya berdasarkan organisme petunjuk (indikator organism). Bakteri-bakteri ini menunjukkan adanya pencemaran oleh tinja manusia atau hewan berdarah panas, dan mudah dideteksi. Dengan demikian bila organisme petunjuk tersebut ditemui dalam sampel air, berarti air tersebut tercemar oleh tinja dan ada kemungkinan cukup besar bahwa air tersebut mengandung bakteri patogen. Sebaliknya bila sampel air tidak mengandung organisme petunjuk berarti tidak ada pencemaran oleh tinja dan air tidak mengandung bakteri patogen asal tinja.

Yang dimaksud golongan *coliform* adalah bakteri batang Gram negatif, tidak membentuk spora, dan fakultatif anaerobik, tumbuh dengan adanya garam empedu, dan memfermentasikan laktosa dengan menghasilkan asam dan gas pada suhu 37°C, oksidase negatif. Yang dimaksud *E.coli* adalah salah satu grup coliform yang dapat memfermentasikan laktosa dengan menghasilkan asam dan gas pada suhu 44°C, indo positif, tidak dapat menggunakan citrat, menghasilkan asam dari manitol pada suhu 37°C, MR positif, VD negatif. E.Coli memiliki ukuran > 0.5 mikron.

Bakteri Coli merupakan salah satu bakteri yang tergolong dan hidup normal pada saluran pencernaan manusia dan hewan sehingga disebut juga *Coliform Fecal*. Kemungkinan-kemungkinan terjadi pertumbuhan E.Coli

terdapat pada cucian, kulit, kolam renang yang kotor dan lain-lain. Coli tinja yang dipakai sebagai indikator kontaminasi tinja selain berasal dari kotoran/tinja manusia juga berasal dari kotoran hewan berdarah panas seperti mamalia dan burung. Bakteri coli adalah organisme yang biasa hidup di dalam pencernaan manusia dan hewan yang berdarah panas. Bakteri coli jenis *Escherichia Coli* (*E-coli* atau Coli tinja) merupakan organisme petunjuk yang paling efisien, karena *E-Coli* tersebut hanya dan selalu terdapat dalam tinja. Selain itu bakteri *E-Coli* mudah ditemukan dengan cara yang sederhana, tidak berbahaya, sulit hidup lebih lama dari pada patogen yang lainnya.

Bakteri *Colliform* berasal dari tinja, dilingkungan laboratoria, bakteri *Colliform*. terbagi menjadi 2 bagian, pertama yaitu bagian yang betul-betul berasal dari tinja atau feses. Misalnya *Escherichia Coli* yang dinamakan coli fekal golongan yang bersifat perantara, kedua yaitu bagian yang mempunyai bentuk dan sifat seperti coli, misalnya *Aerobacter* dan *Klebsiella* yang tidak patogen (tidak menyebabkan penyakit), yang dinamakan Coli-non-fekal. Perbedaan antara kedua kelompok ini terletak pada temperatur inkubasi selama fermentasi kaldu laktosa, kandungan bakteri coli serta sifat-sifat biokimia lainnya.

E.Coli yang umumnya menyebabkan diare terjadi di seluruh dunia. E.Coli ini di klasifikasikan berdasarkan sifat karakteristik dan tiap kelompok menyebabkan penyakit dengan mekanisme yang berbeda. E.coli merupakan

suatu organisme yang tidak berbahaya yang biasanya hidup di dalam saluran usus manusia dan hewan.

II.3.2. Total Suspended Solid (TSS)

Padatan total (residu) adalah bahan yang tersisa setelah air sampel mengalami evaporasi dan pengeringan pada suhu tertentu. Residu dianggap sebagai kandungan total bahan terlarut dan tersuspensi dalam air. Selama penentuan residu ini, sebagian besar bikarbonat yang merupakan anion utama di perairan telah mengalami transformasi menjadi karbondioksida, sehingga karbondioksida dan gas-gas lain yang menghilang pada saat tidak tercakup dalam nilai padatan total. Padatan tersuspensi total (Total Suspended Solid atau TSS) adalah bahan-bahan tersuspensi (diameter > 1 mikron) yang tertahan pada saringan millipore dengan diameter pori 0,45 mikron. TSS terdiri atas lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik, yang terutama disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air.

Settleable solid adalah jumlah padatan tersuspensi yang dapat diendapkan selama periode waktu tertentu dalam wadah yang berbentuk kerucut terbalik (imhoff cone). 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 $0,45\mu\text{m}$.

Analisa zat padat dalam air sangat penting bagi penentuan komponen-komponen air secara lengkap, juga untuk perencanaan serta pengawasan proses-proses pengolahan dalam bidang air minum maupun dalam bidang air buangan. Zat-zat padat yang berada dalam suspensi dapat dibedakan menurut ukurannya sebagai partikel tersuspensi koloidal (partikel koloid) dan partikel tersuspensi biasa (partikel tersuspensi). Zat padat tersuspensi dapat mengendap apabila keadaan air cukup tenang, ataupun mengapung apabila sangat ringan, materi inipun dapat disaring. Koloid sebaliknya sulit mengendap dan tidak dapat disaring dengan saringan (*filter*) air biasa.

Jenis partikel koloid tersebut 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 (*presipitasi*) yang merupakan keadaan kejenuhan dari suatu senyawa kimia. Partikel-partikel tersuspensi biasa, mempunyai ukuran lebih besar dari partikel koloid dan dapat menghalangi sinar yang akan menembus suspensi, sehingga suspensi tidak dapat dikatakan keruh, karena sebenarnya air diantara partikel-partikel tersuspensi tidak keruh dan sinar tidak menyimpang.

Seperti halnya ion-ion dan molekul-molekul (zat yang terlarut), zat padat koloidal dan zat padat tersuspensi dapat bersifat inorganik (tanah liat,

kwarts) dan organis (protein, sisa makanan dan ganggang, bakteri). Dalam metode analisa zat padat, pengertian zat padat total adalah semua zat-zat yang tersisa sebagai residu dalam suatu bejana, bila sampel air dalam bejana tersebut dikeringkan pada suhu tertentu. Zat padat total terdiri dari zat padat terlarut dan zat padat tersuspensi yang dapat bersifat organis dan inorganis seperti pada keterangan dibawah ini:

Zat padat total , terbagi menjadi dua :

- a. Zat padat terlarut
- b. Zat padat tersuspensi, terbagi menjadi dua :
 1. Zat padat tersuspensi Organik
 2. Zat padat tersuspensi Inorganik

Zat padat tersuspensi sendiri dapat diklasifikasikan sekali lagi 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 suspensi yang dalam keadaan tenang dapat mengendap setelah waktu tertentu karena pengaruh gaya beratnya. Penentuan zat padat terendap ini dapat melalui volumenya, disebut Analisa Volume Lumpur (sludge volume), dan dapat melalui beratnya disebut analisa lumpur kasar atau umumnya disebut zat padat terendap (*settleable solids*). Dimensi dari zat-zat padat diatas adalah dalam mg/l atau g/l, namun sering pula ditemui % berat yaitu kg zat padat/kg larutan, atau % volum yaitu dm^3 zat padat/liter larutan.

II.4. Membran Keramik

Membran Keramik merupakan suatu proses penyaringan air (dalam penelitian ini adalah air tanah) 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 E-Coli dan TSS dalam air tanah. Mekanisme Proses yang terjadi dalam proses penyaringan adalah kombinasi dari beberapa fenomena yang berbeda, yang paling penting adalah antara lain:

- a. Proses penyaringan adalah proses pemurnian air dari partikel-partikel zat tersuspensi yang terlalu besar dengan jumlah pemisahan melalui celah-celah diantara butiran pasir (pori) yang berlangsung diantara permukaan pasir.
- b. Proses sedimentasi adalah proses pengendapan yang terjadi tidak berbeda seperti pada bak pengendap biasa, tetapi pada bak pengendap biasa endapan akan berbentuk hanya pada dasar bak, sedangkan pada filtrasi endapan dapat terbentuk pada seluruh permukaan butiran.
- c. Proses adsorpsi atau penyerapan dapat terjadi akibat tumbukan antara partikel-partikel tersuspensi dengan butiran pasir saringan, merupakan hasil daya tarik menarik antara partikel-partikel yang bermuatan listrik berlawanan. Media pasir yang bersih mempunyai muatan listrik negatif dengan demikian 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.

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:

I.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 E.Coli dan TSS dalam air tanah dan berapa besar efisiensinya.
- b) Pada komposisi berapakah serbuk gergaji dapat menurunkan konsentrasi E.Coli dan TSS yang optimum.
- c) Berapakah waktu yang optimum untuk menurunkan konsentrasi E.Coli dan TSS .

I.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Mengetahui efisiensi membran keramik dalam menurunkan kadar E.Coli dan TSS dalam air tanah.
- b. Mencari komposisi membran keramik yang paling optimum, dari komposisi serbuk gergaji 2.5%, 5% dan 7.5% dalam menurunkan kadar E.Coli dan TSS pada air tanah.
- c. Mengetahui waktu yang optimal dari variasi waktu 0 Jam, 1 Jam, 2 Jam, 3 Jam, 4 Jam, 5 Jam, dan 6 Jam dalam menurunkan kadar E.Coli dan TSS pada air tanah.

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 adsorpsinya. Ukuran diameter dalam bentuk butir adalah lebih dari 0.1 mm, sedangkan ukuran diameter dalam bentuk serbuk adalah 200 mesh.

3. Waktu kontak

Waktu kontak merupakan suatu hal yang sangat menentukan dalam proses 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.

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.

II.4.2. Bahan Baku Keramik

Bahan baku dari keramik (gerabah) pada penelitian ini adalah: bahan alami yaitu bahan-bahan asli yang berasal dari alam dan belum mengalami proses pengolahan oleh manusia, yaitu mineral lempung seperti kaolinit ($\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_3)(\text{OH})_4$) dan bentonit ($\text{Al, Na, Ca, Mg}(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_2$; SiO_2) mengandung mineral seperti pasir silica, 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 feldspar yang merupakan contoh-contoh penting. Selain itu juga, mengandung bahan-bahan organik dalam air.

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

2. Klasifikasi Mineral Lempung

Berdasarkan struktur mineral lempung dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Amorf

Kelompok alofan

2. Kristalin

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

- i. Ekuidimensional

Kelompok kaolinite : kaolinite, nacrite, dictrite

- ii. Memanjang

Kelompok halloysite

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 di atas suhu 150°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 terubah.

4. Sifat Kimiawi Mineral Lempung

Mineral lempung mempunyai sifat-sifat kimiawi sebagai berikut :

1. Pertukaran ion

Salah satu sifat yang penting dari mineral lempung adalah pertukaran elektrik pada partikel dengan mineral lempung akan menarik kation dan anion melalui cara penukaran atau menetralsir, artinya dengan mudah digantikan oleh anion dan kation lain saat kontak dengan ion ion lain pada larutan yang encer.

2. Interaksi dengan air

a. Sifat hidrasi pada kandungan air yang relatif rendah

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

b. Kandungan air yang tinggi (sifat lempung koloid)

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

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

6. Porositas Tanah Lempung

Porositas merupakan sejumlah ruang pori-pori yang berisi air dan udara. Ruang pori-pori ini menjadi penting karena di dalamnya air dan udara bebas bergerak. Banyaknya air yang bergerak melalui tanah lempung berkaitan erat dengan jumlah dan ukuran pori-pori tanah. Banyaknya ruang kosong di dalam tanah tergantung pada butir-butir, semakin besar butir-butir semakin besar pula ruang pori demikian juga sebaliknya. 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 Kwarsa

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

Sifat-sifat tersebut antara lain :

- a. Bentuk butiran pasir. Bentuk butiran pasir dapat dibagi 4 (empat) macam yaitu: membulat (*rounded*), menyudut tanggung (*sub-angular*), menyudut (*angular*), dan gabungan (*compound*). Pasir yang

berbentuk bundar memberikan kelolosan yang lebih tinggi daripada bentuk yang menyudut.

- b. Ukuran butiran pasir. Butiran pasir yang berukuran besar/kasar memberikan kelolosan yang lebih besar sedangkan yang berbutir halus memberikan kelolosan yang lebih rendah. Pasir yang berbutir halus mempunyai luas permukaan yang lebih luas.
- c. Sebaran ukuran butiran pasir, dapat dibagi menjadi 4 macam, yaitu :
 1. Sebaran ukuran butir sempit, yaitu susunan ukuran butir hanya terdiri dari kurang lebih 2 (dua) macam saja
 2. Sebaran ukuran butir sangat sempit, yaitu 90 % ukuran butir pasir terdiri dari satu macam saja.
 3. Sebaran butir pasir lebar, yaitu susunan ukuran butir terdiri dari kurang lebih 3 (tiga) macam.
 4. Sebaran ukuran butir pasir sangat lebar, yaitu susunan ukuran butiran pasir terdiri dari lebih dari tiga (tiga) macam.
- d. Susunan kimia, beberapa senyawa kimia yang perlu diperhatikan dalam pasir kuarsa adalah SiO_2 , Na_2O , CaO , Fe_2O_3 . Kandungan SiO_2 dipilih setinggi mungkin dan kandungan senyawa yang lain serendah mungkin. Makin tinggi kandungan SiO_2 makin tinggi daya penyerapannya. Secara umum pasir kuarsa Indonesia mempunyai komposisi:
 - a. SiO_2 : 35.50 - 99.85 %
 - b. Fe_2O_3 : 0.01 - 9.14 %

c. Al_2O_3 : 0.01 – 18.00 %

d. CaO : 0.01 – 0.29 %

8. Serbuk Gergaji

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

Sumber dan besarnya limbah serbuk gergaji di Kalimantan Timur dapat dilihat pada Table 2.1 berikut ini :

Tabel 2.1. Macam dan perkiraan jumlah limbah serbuk gergaji di Kalimantan Timur

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

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

Jenis kayu yang diolah di Kalimantan Timur beserta kandungan kimianya dapat dilihat dalam Tabel 2.2 berikut ini :

Tabel 2.2. 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 Suprptoно dkk, Lemlit Unmul 1995.

II.4.3. Pembuatan Keramik

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

1. Pengolahan bahan baku.

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

2. Pembentukan badan keramik

Pembentukan badan keramik ada beberapa cara antara lain *die pressing*, *rubbermold pressing*, *extrusion molding*, *slip casting* dan *injection molding*. *Die Pressing* (tekan mati) digunakan pada bahan pembuat tepung dengan kadar cairan 10-20% dan cukup menjadi padat dengan tekanan. Produknya antara lain jubin lantai dan jubin dinding. *Rubber mold pressing* digunakan pada bubuk padat seragam. Disebut *rubber mold pressing* karena penggunaan cetakan yang seperti sarung dari batu penggosok. Bahan diletakkan dalam cetakan dan ditekan dengan menggunakan tekanan hidrostatik dalam ruang.

Ekstrusion molding merupakan pembentukan bahan dengan menggunakan menggeser campuran bahan plastis kaku pada lubang

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

3. Pengeringan

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

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

4. Pembakaran

Proses pembakaran bahan keramik sering juga disebut *Sinering processes*. Suhu yang dipakai dalam pembakaran sangat tergantung dari metode, bahan yang akan dibakar dan benda hasil bakar. Sebagai contoh

pada metode standar *Pressure sintering* dengan materi dasar Si_3N_4 memerlukan suhu 1700°C - 1800°C pada gas Nitrogen (N_2). *Hot pressing* dengan bahan dasar Si_3N_4 memerlukan suhu 1700°C - 1800°C dengan tekanan 200 - 500 Kg/cm^2 . *Reaction sintering* dengan bahan dasar SiO_2 dibakar pada suhu 1350°C - 1600°C . *Chemical vapor deposition (CVD)* dengan bahan dasar SiH_4 dan NH_3 dipanaskan pada suhu 800°C - 1400°C . selain itu masih ada metode-metode lain seperti *Hot Isolatic Press (HIP)*, *atmospheric pressure sintering*, *Ultra high pressure sintering*, *Post reaction sintering* dan *recrystallization sintering*.

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

Tahap dalam pembakaran dapat dijelaskan sebagai berikut :

1) Tahap penghilangan uap

Suhu bakar tahap ini berlangsung dari awal sampai sekitar suhu 500°C . Tujuannya adalah untuk menghilangkan molekul-molekul air pada bahan, membakar unsur karbon dan unsur 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°C - 400°C zat-zat organik dan unsur karbon akan terbakar habis.

2) Tahap pengelasan

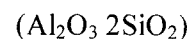
Setelah air dalam bahan habis, suhu dapat ditingkatkan sedikit demi sedikit. Pembakaran suhu yang paling menentukan adalah pada suhu 573°C. pada suhu ini tungku pembakaran mulai menjadi merah panas dan terjadi penggantian fisik silika. Pada proses pendinginan suhu 573°C juga merupakan titik kritis, sehingga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

3) Tahap pendinginan

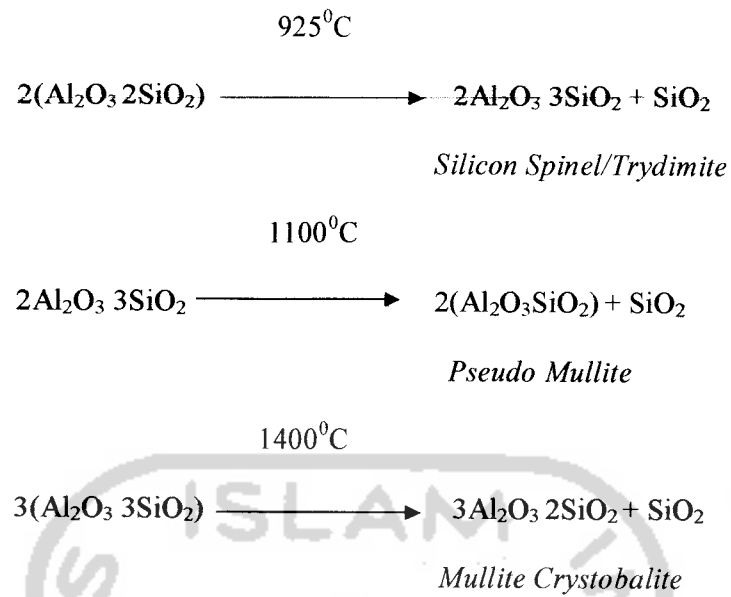
Pendinginan dilakukan perlahan-lahan, setelah suhu bakar yang dikehendaki tercapai. Jika suhu pembakaran dihentikan maka suhu tungku akan turun sedikit demi sedikit, sampai pada suhu kamar. Penurunan suhu yang demikian bertujuan untuk menghindari terjadinya keretakan pada keramik dan menjaga kondisi tungku bakar. Untuk tungku bakar yang bagus disediakan fasilitas pendingin dengan mengalirkan udara.

Proses perubahan bentonit alam dalam pembakaran :

450 – 600°C



Meta Kaolin



Gambar 2.3 Proses Perubahan Bentonit Alam Dalam Pembakaran
(Meda Sagala, 2000).

Perubahan komposisi kaolin dalam pembakaran adalah sebagai berikut :

Tabel 2.3. Perubahan Komposisi Kaolin Dalam Pembakaran

Temperatur	Peristiwa yang Terjadi
30 -150°C	- Penguapan air mekanis dan air terserap
500 – 600°C	- Penguapan air mineral/ air kimia/ air kristal dari mineral lempung kaolinit $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O \rightarrow Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 + 2H_2O$
850 – 1050°C	- Terjadi reaksi eksotermal ketika terjadi reaksi peruraian keseimbangan (disosiasi) membentuk Mullite dan Trydimite $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \rightarrow 3AlO_3 \cdot 2SiO_2 \text{ (amorph)} + 4SiO_2 \text{ (trydimite)}$
1350°C	- Kristalisasi awal dari mineral Mullite ($3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$)
1470°C	- Tyrdimite berubah menjadi Crystobalite stabil (SiO_2)
1470 + 1790°C	- Keseimbangan Mullite-Crystobalit
+ 2000°C	- Melebur

II.4.4. MEMBRAN

Lapisan penghalang selektif yang membiarkan lewat zat-zat tertentu dan mencegah lewatnya zat-zat yang lain. Membran: lapisan tipis yang memisahkan dua fase dan berlaku sebagai penghalang selektif untuk



menyalurkan zat-zat. Operasi Membran: operasi yang terbagi dalam dua aliran pembuluh: permeasi dan retensi

MIKROFILTRASI

Ukuran pasti pori-pori yang sebenarnya masih diperdebatkan. Umumnya dapat menyaring partikel-partikel, koloid-koloid, mikroorganisme-mikroorganisme (termasuk bakteri dan virus) yang berukuran 0.02 hingga 10 mikron. Ukuran fluks terbesar dibandingkan UF, NF, atau RO. Pemisahan berdasarkan pada proses penyaringan (atau dikenal juga sebagai filtrasi permukaan).

Pengotoran Membran Internal : Pemasukan material-material di dalam struktur internal pori-pori dari membran, atau secara langsung ke permukaan membran yang berhubungan dengan adsorpsi, presipitasi, penutupan pori-pori, adhesi partikulat dll. Pengotoran Lapisan Cake Eksternal : Formasi dari lapisan cake pada permukaan membran yang berhubungan dengan polarisasi-konsentrasi ketika material yang disaring dibawa ke membran oleh aliran permeasi dan kemudian ditolak oleh membran. Parameter-parameter proses untuk desain :

- Fluida untuk disaring : zat cair atau gas? Komposisi, kuantitas, viskositas, temperatur dll.
- Material terikat untuk dihambat : komposisi, cair atau padat? Konsentrasi
- Pertimbangan system: spesifikasi proses dan material, konstansi/variabilitas kecepatan, perlu kondisi steril?, Waktu pemrosesan, Kumpulan untuk proses yang berkelanjutan

- Aplikasi untuk Mikrofiltrasi

Produksi air portabel (pembersihan koloid dan bakteri)

Pemrosesan mineral

Penguatan kontak (pertukaran ion, karbon teraktivasi)

Pemisahan Biologis

Saringan-saringan suntik

Klarifikasi

Filtrasi Membran Rendaman

Sistem Mikrofiltrasi/ PAC

- Membran yang sama dengan yang digunakan pada MBR
- Zona reaksi untuk: Adsorpsi, Biodegradasi, Koagulasi
- Fleksibilitas operasi : operasi dalam konsentrasi SS tinggi, mengadaptasi tipe & waktu suspensi sebagaimana dibutuhkan, proses satu langkah
- Pemusnahan NOM & SOC
- Pemusnahan biologis dari BDOC
- Volume lendir berkurang (0,1 % dari angka aliran air yang diamati)
- Pengandungan absolut dari PAC di dalam sistem yang independen dari kondisi-kondisi proses

Prinsip Operasi

Sistem MF/PAC

Serat kosong atau pelat & rangka

Model Luar-dalam

2 basin reaksi:

- (a) Zona reaksi
- (b) Sisi permeasi

Aerasi digunakan untuk:

- (a) Menghasilkan turbulensi
- (b) Menghindari sedimentasi PAC

Prinsip Operasi

Sistem Mikrofiltrasi/PAC

Penggunaan PAC optimal & biaya efektif dengan membiarkan PAC menua di dalam zona reaksi campuran sempurna. Percampuran & kontak optimal antara air & PAC untuk keefektifan maksimum.

Prinsip Operasi

Sistem Mikrofiltrasi/PAC

Penggantian PAC adalah adaptabel pada kualitas air pembuluh dengan pemenuhan kelompok mengikuti prosedur berikut: Satu kali dalam sehari sebuah fraksi dari hancuran PAC dibersihkan untuk menjaga kualitas hancuran PAC stabil dalam reaktor

Angka penggantian → AGE

Age = waktu hidup rata-rata dari partikel-partikel di dalam zona reaksi

$$\text{Age} = \frac{V_d}{V_R}$$

V_d = volume pembersihan harian

V_R = volume zona reaksi

$$D = \frac{M}{\text{age} \times Q_D}$$

D = angka dosis PAC

M = PAC dalam hancuran

Q_D = angka aliran harian

ULTRAFILTRASI

Introduksi

Proses penyaringan untuk pemisahan sebagai MF, Tekanan sama dengan MF, Perbedaan utama dengan MF: ukuran pori-pori (dimana MF > 0,1 micron). Untuk pemeliharaan air, UF digunakan sebagai operasi klarifikasi dan disinfeksi. Memusnahkan semua jenis bakteri dan virus. Tekanan pengoperasian: 50 hingga 500 Kpa.

Osmosis Terbalik (RO)

- Membran RO adalah operasi yang dikendalikan tekanan dimana pelarut dari larutan ditransfer melalui sebuah membran tebal yang terangkai untuk menahan garam-garaman dan larutan-larutan dengan berat molekular rendah
- Jika sebuah larutan garam kental dipisahkan dari air murni dengan RO, perbedaan dalam potensi kimianya adalah adanya kecenderungan untuk menaikkan difusi air dari keadaan encer ke keadaan kental untuk menyeimbangkan kekentalan.

- Pada titik keseimbangan, perbedaan diantara kedua kompartemen berhubungan dengan tekanan osmosis dari larutan garam.
- Untuk mendapatkan aliran yang ekonomis dan dapat diamati, setidaknya tekanan osmosisnya harus dikeluarkan dua kali.
- Untuk air laut, digunakan tekanan dari 5 hingga 8 Mpa.

NANOFILTRASI (dikenal juga dengan RO bertekanan rendah)

- Terletak diantara RO dan UF dalam hal selektifitas
- Pemusnahan ion-ion dan organisme-organisme multivalen
- Ion-ion dan organisme-organisme multivalen tak tertolak sempurna (membutuhkan RO)
- NF mengarah pada tekanan balik osmosis yang lebih rendah dari RO
- Tekanan: 0,5 hingga 1,5 Mpa

Aplikasi Nanofiltrasi

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

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III.1. Umum

Pada penelitian dengan membran keramik ini terdapat 2 proses yang terjadi yaitu filtrasi dan adsorpsi, dimana air dialirkan melalui membran keramik melalui pipa dengan menggunakan bantuan pompa dengan $Q_{maks} = 900$ L/jam, $A_c = 220 - 240$ Volt/Hz, dan $W = 15$ watt. Keramik yang digunakan pada penelitian ini adalah keramik dengan variasi serbuk gergaji 2.5%, 5%, dan 7.5%.

III.2. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian lapangan (*field experiment*), yang dilakukan dengan percobaan dalam batasan waktu tertentu terhadap kandungan E-Coli dan Total Suspended Solid (TSS) dari sumber air baku air tanah dengan menggunakan membran keramik

III.3. Objek Penelitian

Sebagai objek penelitian ini adalah kandungan E-Coli dan Total Suspended Solid (TSS) dari sumber air baku air tanah.

III.4. Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan sampel air bertempat di Dusun Donolayan Rt 01/Rw 22, Donoharjo – Ngaglik Sleman, dan sebagai tempat analisa sampel yaitu di Laboratorium Teknik Lingkungan, UII, Yogyakarta.

III.5. Waktu Penelitian

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

III.6. Variabel Penelitian

1. Variabel bebas (*Independent Variable*)
 - Tinggi membran 12.5 cm.
 - Diameter keramik bagian atas 3.5 cm.
 - Diameter bagian bawah keramik 9 cm.
 - Variasi waktu untuk menghitung laju penurunan E-Coli dan TSS
 - Komposisi membran 2.5%, 5%, dan 7.5%.

2. Variabel terikat (*Dependent Variabl*)

Parameter yang diteliti adalah E-Coli dan Total Suspended Solid (TSS).

III.7. Desain Reaktor

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

1. Tanah lempung

2. Pasir kwarsa

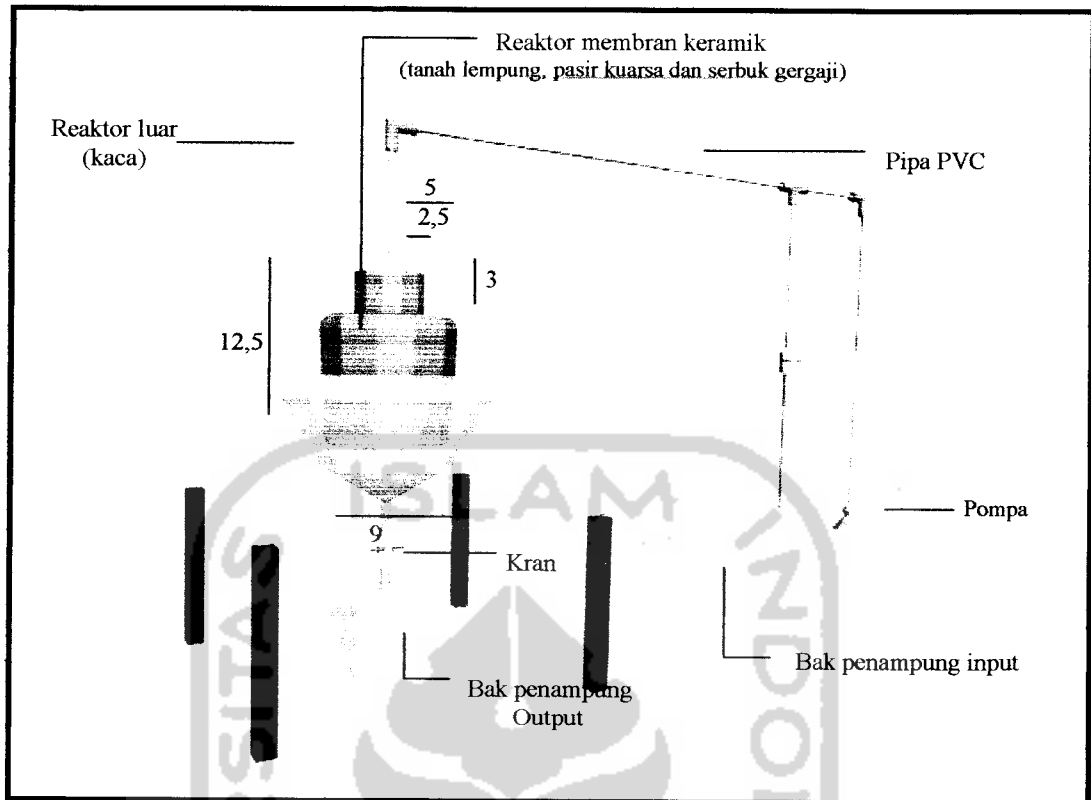
Komposisi pasir kwarsa adalah 10% dari berat tanah lempung, untuk setiap 5 Kg tanah lempung

3. Serbuk gergaji

Serbuk gergaji diambil dari sisa pengergajian dengan menggunakan mesin listrik. Ukuran dari serbuk gergaji yang akan digunakan adalah sekitar ± 50 mesh setelah mengalami penyaringan. Serbuk gergaji yang digunakan berasal dari kayu mahoni dan kayu jati.

III.8. Dimensi Reaktor

Reaktor yang direncanakan terbuat dari komposisi antara tanah lempung, pasir kuarsa dan serbuk gergaji. Proses dari reaktor ini adalah air tanah dari tempat penampungan (inlet) akan mengalir melalui pipa menuju membran keramik (gerabah), dengan bantuan pompa. Air tanah yang mengalir kedalam membran keramik tersebut akan merembes melewati pori-pori dinding keramik, yang kemudian ditampung didalam reaktor luar. Air tanah yang ditampung didalam reaktor luar dialirkan ke pipa outlet untuk kemudian diteliti (diuji) di Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan. Desain reaktor dapat dilihat pada Gambar 3.1 dibawah ini :



Gambar 3.1. Gambar Reaktor Membran keramik

III.9. Metode Penelitian

Tahapan penelitian " **PENURUNAN KADAR E-Coli DAN TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) PADA AIR TANAH DENGAN MENGGUNAKAN MEMBRAN KERAMIK**" dapat dilihat pada diagram alir berikut ini:

III.10. 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 dan alat dalam penelitian adalah :

- a. Pasir kuarsa (silika) 10% dari berat tanah lempung 5 kg ;
- b. Tanah lempung.
- c. Serbuk gergaji 1 kg.
- d. Pipa PVC ukuran ½ inchi.
- e. Stop kran ¾ “ 2 buah.
- f. Bak penampung (ember).
- g. Batol sampel air limbah.

III.11. Analisa Laboratorium

Effluent hasil penyaringan dianalisa di Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan FTSP UII Yogyakarta menggunakan metode MPN (Most Probable Number) untuk E-Coli dan gravimetri menurut SNI M-03-1989-F untuk TSS (Cara uji kadar E-Coli dan TSS dengan menggunakan SNI terlampir)

III.12. Analisa Data

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

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

III.13. Analisa Data Dengan Menggunakan T-test

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

Adapun rumus uji t dua variabel sebagai berikut :

$$t_{hitung} = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2} - 2r\left(\frac{s_1}{\sqrt{n_1}}\right)\left(\frac{s_2}{\sqrt{n_2}}\right)}}$$

Dimana :

r = nilai korelasi X1 dengan X2

n = Jumlah sample

IV.1. DATA HASIL UJI LABORATORIUM

IV.1.1. Kadar Eschericia Coli (E.Coli) dan TSS pada Air Tanah

Air tanah yang akan digunakan sebagai objek penelitian ini diambil dari Dusun Donolayan Rt 01/Rw 22 Donoharjo-Ngaglik Sleman. Untuk pengolahan air tanah tersebut akan digunakan reaktor membran keramik dengan variasi serbuk gergaji 2.5%, 5%, dan 7.5%.

Berdasarkan analisis laboratorium awal terhadap air sumur khususnya E.Coli dan TSS diketahui bahwa konsentrasi kedua parameter tersebut sangat fluktuatif. Hasil pengujian awal dapat dilihat pada Tabel 4.1. berikut :

Tabel 4.1. Kadar E.Coli dan TSS yang digunakan pada reaktor Membran Keramik

No.	Parameter	Variasi Serbuk Gergaji (%)	Satuan	Hasil Analisa
1.	E.Coli	2.5	MPN/100ml	≥ 1898
		5	MPN/100ml	≥ 1898
		7.5	MPN/100ml	≥ 1898
2.	TSS	2.5	Mg/L	195
		5	Mg/L	146
		7.5	Mg/L	104

Dari hasil analisis laboratorium diatas dapat dilihat konsentrasi dari E.Coli dan TSS sangat tinggi dan melebihi standar kualitas air menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan pengendalian pencemaran Air. Maka

diperlukan pengolahan, untuk itu dalam penelitian ini digunakan reaktor membran keramik. Adapun pemeriksaan akan dilakukan pada inlet dan outlet dari membran keramik tersebut. Pengambilan sampel akan dilakukan sebanyak 6 kali untuk setiap variasi serbuk gergaji (%) yaitu pada jam ke- 1, 2, 3, 4, 5, dan 6. pemeriksaan dilakukan untuk mengetahui kandungan E.Coli dan TSS yang terkandung dalam air yang berasal dari air tanah. Hasil analisa laboratorium untuk konsentrasi E.Coli dan TSS diharapkan memenuhi standar baku mutu air bersih yang ditetapkan. Sebagaimana tertuang dalam peraturan pemerintah no. 82 tahun 2001, batas maksimum untuk parameter E.Coli adalah 1898 MPN/100ml dan TSS adalah 50 mg/l. Pemeriksaan parameter E.Coli dan TSS dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia. Hasil analisis menyangkut konsentrasi E.Coli dan TSS yang terkandung dalam air Sumur, yaitu pada inlet dan outlet dari reaktor membran keramik.

Untuk pemeriksaan porositas dilakukan di Badan Tenaga Atom Nasional (BATAN).

IV.1.2. Escherichia Coli (E.Coli)

Berdasarkan hasil uji *Escherichia Coli (E.Coli)* dari air sumur menggunakan reaktor membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 2.5%, 5%, dan 7.5% dan variasi waktu pengambilan sampel per 1 jam selama 6 jam pada inlet dan outlet dari membran keramik. Hasil dan grafik

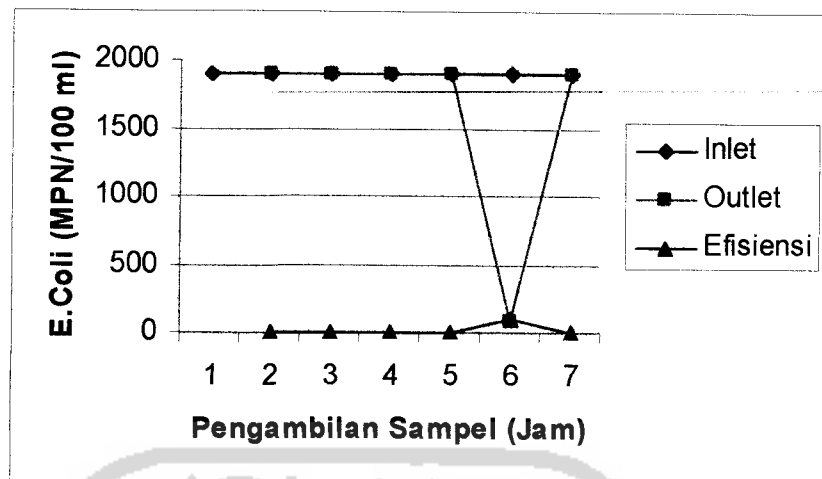
pengukuran parameter E.Coli pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 2.5% dapat dilihat pada Tabel 4.2. dan Gambar 4.1. berikut :

Tabel 4.2. Hubungan antara waktu pengambilan sampel dengan konsentrasi E.Coli serta Efisiensi Removal dengan Variasi serbuk gergaji 2.5%

Waktu (jam)	Inlet (MPN/100 ml)	Outlet (MPN/100 ml)	Efisiensi (%)
0	≥ 1898		
1	≥ 1898	≥ 1898	0
2	≥ 1898	≥ 1898	0
3	≥ 1898	≥ 1898	0
4	≥ 1898	≥ 1898	0
5	≥ 1898	86	95
6	≥ 1898	≥ 1898	0

(Sumber, data primer 2006)

Dari Tabel 4.2. diatas dapat dibuat grafik hubungan antara waktu pengambilan sampel, konsentrasi E.Coli, dan efisiensi, seperti pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Grafik Hubungan antara Waktu Pengambilan Sampel dengan konsentrasi E.Coli, serta efisiensi untuk Variasi Serbuk Gergaji 2.5 %

Pada Tabel 4.2. terlihat bahwa efisiensi removal konsentrasi E.Coli untuk membran keramik dengan variasi serbuk gergaji 2.5% pada variasi waktu 1, 2, 3, 4, 5, dan 6 jam berturut-turut adalah 0%, 0%, 0%, 0%, 95%, dan 0%. Tingkat efisiensi terendah terjadi pada jam ke 1, 2, 3, 4, dan 6 yaitu 0% dan tingkat efisiensi tertinggi terjadi pada jam ke 5 yaitu 95%.

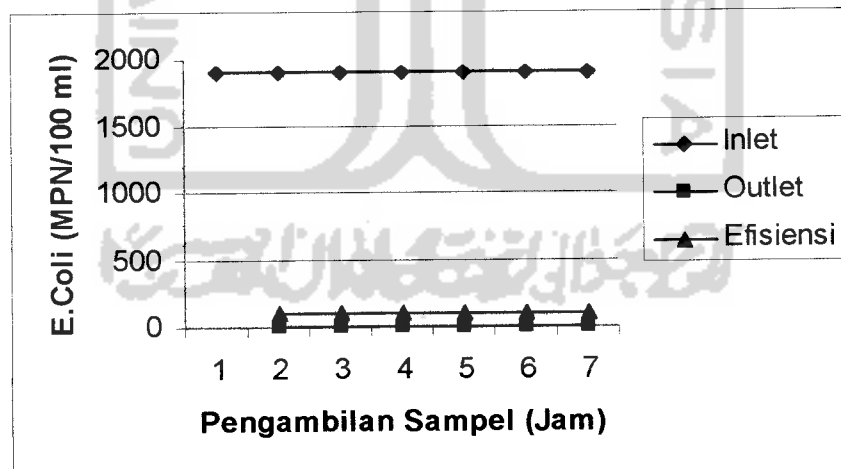
Berikut ini hasil dan grafik pengujian E.Coli dengan menggunakan membran keramik untuk variasi serbuk gergaji 5 %.

Tabel 4.3. Hubungan antara waktu pengambilan sampel dengan konsentrasi E.Coli serta Efisiensi Removal dengan Variasi serbuk gergaji 5%

Waktu (Jam)	Inlet (MPN/100 ml)	Outlet (MPN/100 ml)	Efisiensi (%)
0	≥ 1898		
1	≥ 1898	0	100
2	≥ 1898	0	100
3	≥ 1898	4	99,8
4	≥ 1898	0	100
5	≥ 1898	0	100
6	≥ 1898	4	99,8

(Sumber, data primer 2006)

Dari Tabel 4.3. diatas dapat dibuat grafik hubungan antara waktu pengambilan sampel, konsentrasi E.Coli, dan efisiensi, seperti pada Gambar4.2.



Gambar 4.2. Grafik Hubungan antara Waktu Pengambilan Sampel dengan konsentrasi E.Coli, serta efisiensi untuk Variasi Serbuk Gergaji 5 %

Pada Tabel 4.3. terlihat bahwa efisiensi removal konsentrasi E.Coli untuk membran keramik dengan variasi serbuk gergaji 5% pada variasi waktu 1, 2, 3, 4, 5, dan 6 jam berturut-turut adalah 100%, 100%, 99.8%, 100%, 100%, dan 99.8%. Tingkat efisiensi terendah terjadi pada jam ke 1, 2, 4, dan 5 yaitu 100% dan tingkat efisiensi tertinggi terjadi pada jam ke 3 dan 6 yaitu 95%.

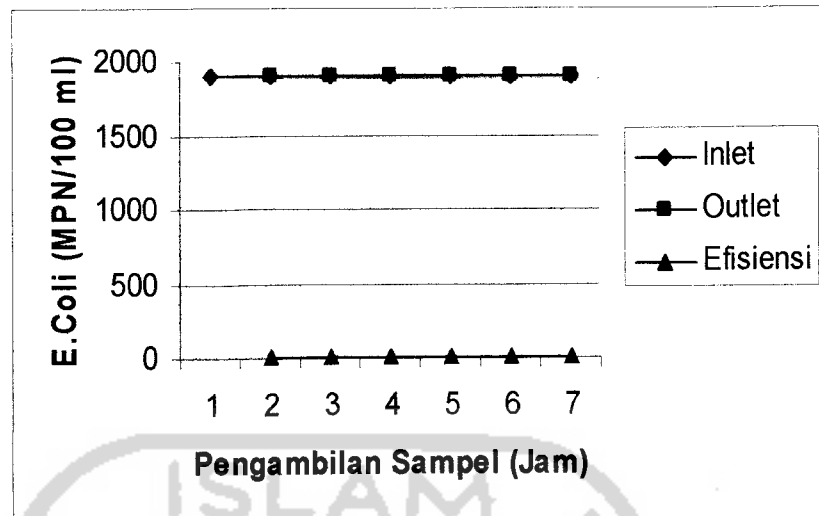
Berikut ini hasil dan grafik pengujian E.Coli dengan menggunakan membran keramik untuk variasi serbuk gergaji variasi 7.5%.

Tabel 4.4. Hubungan antara waktu pengambilan sampel dengan konsentrasi E.Coli serta Efisiensi Removal dengan Variasi serbuk gergaji 7.5%

Waktu (Jam)	Inlet (MPN/100 ml)	Outlet (MPN/100 ml)	Efisiensi (%)
0	≥ 1898		
1	≥ 1898	≥ 1898	0
2	≥ 1898	≥ 1898	0
3	≥ 1898	≥ 1898	0
4	≥ 1898	≥ 1898	0
5	≥ 1898	≥ 1898	0
6	≥ 1898	≥ 1898	0

(Sumber, data primer 2006)

Dari Tabel 4.4. diatas dapat dibuat grafik hubungan antara waktu pengambilan sampel, konsentrasi E.Coli, dan efisiensi, seperti pada Gambar4.3.



Gambar 4.3. Grafik Hubungan antara Waktu Pengambilan Sampel dengan konsentrasi E.Coli, serta efisiensi untuk Variasi Serbuk Gergaji 7.5 %

Pada Tabel 4.2. terlihat bahwa efisiensi removal konsentrasi E.Coli untuk membran keramik dengan variasi serbuk gergaji 7.5% pada variasi waktu 1, 2, 3, 4, 5, dan 6 jam berturut-turut adalah 0%, 0%, 0%, 0%, 0%, dan 0%. Tingkat efisiensi terendah terjadi pada jam ke 1, 2, 3, 4, 5, dan 6 yaitu 0% dan pada variasi serbuk gergaji ini tidak ada efisiensi yang tertinggi, karena dari jam ke 1 sampai jam ke 6 efisiensi tetap.

IV.1.3. T-test Analisa E.Coli Pada Membran Keramik dengan Variasi serbuk gergaji 2,5%

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 rumus uji t dua variabel sebagai berikut :

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

Dimana :

r = nilai korelasi X1 dengan X2

n = Jumlah sample

X1 = Rata-rata sample ke 1

X2 = Rata-rata sample ke 2

s1 = Standar deviasi sample ke-1

s2 = Standar deviasi sample ke-2

S1 = Variasi sample ke-1

S2 = Variasi sample ke-2

Hasil dari uji t yang dilakukan untuk konsentrasi E.Coli dengan variasi serbuk gergaji 2,5% adalah sebagai berikut :

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

$\bar{x}_2 = 1596$

Standar Deviasi : $s_1 = 0$

$s_2 = 739,746$

Varians : $S_1 = 0$

$S_2 = 547224$

Korelasi : $r_1 = 0$

$$t_{\text{hitung}} = 0,99835$$

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

Sehingga diperoleh t tabel = 1,812

Dengan membandingkan t tabel dengan t hitung ternyata $-t_{\text{tabel}} \leq t_{\text{hitung}} \geq + t_{\text{tabel}}$, atau $-1,812 < 0.99835 > 1,812$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Sehingga dapat disimpulkan :

Analisa E.Coli dengan menggunakan uji t pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 2,5% menunjukkan bahwa hasil nilai tabel t ($0.99835 < 1,812$), maka dapat dikatakan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara konsentrasi E.Coli pada inlet dan outlet air sumur.

IV.1.4. T test Analisa E.Coli Pada Membran Keramik dengan Variasi serbuk gergaji 5%

Rata-rata	:	x_1	= 1898
		x_2	= 1,33333
Standar Deviasi	:	s_1	= 0
		s_2	= 2,06559
Varians	:	S_1	= 0
		S_2	= 4,26667
Korelasi	:	r_1	= 0

$$t_{\text{hitung}} = 1521,29$$

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

Sehingga diperoleh t tabel = 1,812

Dengan membandingkan t tabel dengan t hitung ternyata $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \geq + t \text{ tabel}$, atau $-1,812 < 4,77379 > 1,812$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Sehingga dapat disimpulkan :

Analisa E.Coli dengan menggunakan uji t pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 5% menunjukkan bahwa hasil nilai t tabel ($1521,29 > 1,812$), maka dapat dikatakan bahwa perbedaan yang signifikan antara konsentrasi E.Coli pada inlet dan outlet air sumur. Maka serbuk gergaji 5% sangat berpengaruh dalam penurunan konsentrasi E.Coli di dalam air tanah.

IV.1.5. T test Analisa E.Coli Pada Membran Keramik dengan Variasi serbuk gergaji 7,5%

Rata-rata : $x_1 = 1898$

$x_2 = 1898$

Standar Deviasi : $s_1 = 0$

$s_2 = 0$

Varians : $S_1 = 0$

$S_2 = 0$

Korelasi : $r_1 = 0$

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

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

Sehingga diperoleh t tabel = 1,812

Dengan membandingkan t tabel dengan t hitung ternyata $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \geq + t \text{ tabel}$, atau $-1,812 < 0 > 1,812$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima.

Sehingga dapat disimpulkan :

Analisa E.Coli dengan menggunakan uji t pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5% menunjukkan bahwa hasil nilai t tabel $0 < 1,812$ maka dapat dikatakan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara konsentrasi E.Coli pada inlet dan outlet air sumur. Maka serbuk gergaji 7.5% kurang berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi E.Coli dalam air tanah.

Sebagai perbandingan dari hasil uji statistik tersebut maka dilakukan pengujian lagi dengan menggunakan program SPSS uji t Test. Dari pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 4.5. sebagai berikut :

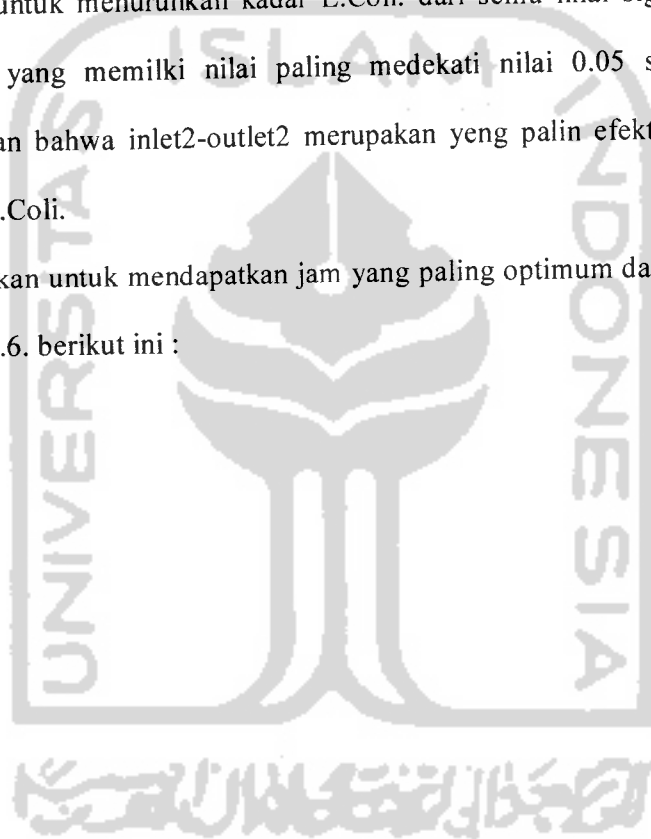
Tabel 4.5. Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 INLET1 - OUTL	302.00	739.746	302.000	-474.32	1078.32	1.000	5	.363
Pair 2 INLET2 - OUTL	1896.67	2.066	.843	1894.50	1898.83	249.170	5	.000

Pada pengujian ini menggunakan confidence interval sebesar 95 %, dari pengujian ini di dapatkan hasil bahwa inlet1 – outlet1 (variasi serbuk gergaji 2.5%) memiliki nilai signifikan sebesar $0.363 > 0.05$, maka H_0 diterima, atau inlet1 dan outlet1 memiliki nilai yang relative sama. Dengan kata lain, pada variasi serbuk gergaji 2.5% ini kurang efektif dalam menurunkan kadar E.Coli secara nyata. Pada inlet2 – outlet2 (variasi serbuk gergaji 5%)

memiliki nilai signifikan sebesar $0.000 < 0.05$, maka H_0 ditolak, atau inlet dan outlet memiliki nilai yang jauh berbeda. Dengan kata lain, pada variasi serbuk gergaji 5% ini efektif digunakan untuk menurunkan kadar E.Coli. sedangkan untuk inlet3 – outlet3 (variasi serbuk gergaji 7.5%) nilai signifikan tidak keluar hal ini dikarenakan pada inlet dan outlet tidak ada perbedaan angka sama sekali, atau pada variasi serbuk gergaji 7.5% ini tidak efektif untuk menurunkan kadar E.Coli. dari semua nilai signifikan inlet2-outlet2 yang memiliki nilai paling mendekati nilai 0.05 sehingga dapat dikatakan bahwa inlet2-outlet2 merupakan yang paling efektif menurunkan kadar E.Coli.

Sedangkan untuk mendapatkan jam yang paling optimum dapat dilihat pada Tabel 4.6. berikut ini :



Tabel 4.6. Multiple Comparisons

Multiple Comparisons

Dependent Variable: INLET1

Tukey HSD

(I) WAKTU1	(J) WAKTU1	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	.00	894.652	1.000	-3005.07	3005.07
	3	1.33	894.652	1.000	-3003.73	3006.40
	4	.00	894.652	1.000	-3005.07	3005.07
	5	-637.33	894.652	.977	-3642.40	2367.73
	6	1.33	894.652	1.000	-3003.73	3006.40
2	1	.00	894.652	1.000	-3005.07	3005.07
	3	1.33	894.652	1.000	-3003.73	3006.40
	4	.00	894.652	1.000	-3005.07	3005.07
	5	-637.33	894.652	.977	-3642.40	2367.73
	6	1.33	894.652	1.000	-3003.73	3006.40
3	1	-1.33	894.652	1.000	-3006.40	3003.73
	2	-1.33	894.652	1.000	-3006.40	3003.73
	4	-1.33	894.652	1.000	-3006.40	3003.73
	5	-638.67	894.652	.976	-3643.73	2366.40
	6	.00	894.652	1.000	-3005.07	3005.07
4	1	.00	894.652	1.000	-3005.07	3005.07
	2	.00	894.652	1.000	-3005.07	3005.07
	3	1.33	894.652	1.000	-3003.73	3006.40
	5	-637.33	894.652	.977	-3642.40	2367.73
	6	1.33	894.652	1.000	-3003.73	3006.40
5	1	637.33	894.652	.977	-2367.73	3642.40
	2	637.33	894.652	.977	-2367.73	3642.40
	3	638.67	894.652	.976	-2366.40	3643.73
	4	637.33	894.652	.977	-2367.73	3642.40
	6	638.67	894.652	.976	-2366.40	3643.73
6	1	-1.33	894.652	1.000	-3006.40	3003.73
	2	-1.33	894.652	1.000	-3006.40	3003.73
	3	.00	894.652	1.000	-3005.07	3005.07
	4	-1.33	894.652	1.000	-3006.40	3003.73
	5	-638.67	894.652	.976	-3643.73	2366.40

Dari data tersebut dapat diketahui bahwa jam yang paling optimum untuk menurunkan E.Coli terdapat pada jam ke-5. Hal ini diketahui dengan melihat mean difference pada Tabel diatas, waktu1 pada jam ke-1

dibandingkan dengan jam berikutnya dengan melihat mean difference, jam ke-1 memiliki nilai yang lebih bagus jika mean differencenya positif dan memiliki nilai yang lebih jelek jika mean differencenya bernilai negatife.

IV.1.6. Pembahasan Eschericia Coli (E.Coli)

Golongan bakteri Coli, merupakan jasad indikator di dalam substrat air, bahan-makanan, dan sebagainya untuk kehadiran jasad berbahaya, yang mempunyai persamaan sifat : gram negatif berbentuk batang, tidak membentuk spora dan mampu memfermentasikan kaldu laktosa pada temperatur 37°C membentuk asam dan gas dalam waktu 48 jam. Air baku yang digunakan sebagai objek penelitian ini diambil dari sumur penduduk di dusun Donolayan Rt 01/Rw 22, Donoharjo – Ngaglik Sleman, Yogyakarta. Sebelum penelitian dilakukan, hal terpenting yang harus diketahui adalah menguji kualitas air tanah itu sendiri, guna mendapatkan data primer yang akan dipakai sebagai acuan dalam melaksanakan penelitian selanjutnya. Berdasarkan analisis laboratorium yang dilakukan terhadap air baku yang diambil dari sumur tersebut, didapatkan data bahwa air tanah tersebut mengandung bakteri E.Coli sebesar 1898 MPN/100 ml.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan membran keramik sebagai medianya, membran keramik ini berfungsi sebagai filter dan terjadi proses adsorpsi didalamnya. Dalam penelitian ini menggunakan 3 jenis variasi dalam penggunaan serbuk gergaji dalam campuran tanah liat dan pasir kuarsa, yaitu dengan variasi serbuk gergaji 2.5%, 5% dan 7.5%. Maksud dari variasi serbuk gergaji ini adalah penggunaan serbuk gergaji

dengan jumlah 25 gr, 5 gr, dan 75 gr atau 1/100 dari berat tanah liat yaitu 1 kg. Untuk ukuran porositas dari membran keramik dengan variasi serbuk gergaji tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.5. berikut.:

Tabel 4.7. Porositas dari membran keramik dengan variasi serbuk gergaji 2,5%, 5% dan 7,5%

Variasi serbuk gergaji (%)	Porositas (mikron)
2.5	34,6359.10 ⁻⁴
5	35,0416.10 ⁻⁴
7.5	34,4026.10 ⁻⁴

Membran keramik memiliki permukaan pori yang tidak homogen, pori yang terdapat pada membran keramik tidak semua memiliki ukuran yang sama hal ini dikarenakan membran keramik merupakan hasil dari buatan tangan manusia sehingga semua sisi membran keramik tidak memiliki ukuran pori yang sama. Ukuran pori yang tertera diatas merupakan ukuran pori rata-rata dari keseluruhan ukuran pori.

Sebelum dilakukan pengujian alat-alat yang akan digunakan untuk menguji bakteri E.Coli ini disterilkan terlebih dahulu, hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa bakteri yang diperiksa berasal dari materi yang diperiksa bukan merupakan kontaminan. Proses pensterilan juga dilakukan pada membran keramik dengan cara mencuci membran keramik dengan etanol dan memasukkannya ke dalam oven selama \pm 15 menit. Pencucian dengan etanol juga berfungsi untuk menghilangkan kotoran-kotoran sisa dari hasil pembakaran keramik/gerabah agar tidak bercampur dengan effluen

yang dihasilkan. Hasil dari pengolahan air baku dengan menggunakan membran keramik diambil pada influent dan effluent dari membran keramik yang dilakukan per 1 jam selama 6 jam (1, 2, 3, 4, 5, dan 6 jam). Jika air baku telah terlihat merembes (berupa butiran-butiran seperti keringat) keluar dari membran keramik maka perhitungan awal untuk pengambilan sampel dimulai kemudian air hasil pengolahan dengan membran keramik diambil dan disimpan dalam botol kemudian diuji konsentrasi E.Coli di laboratorium. Pengambilan inlet dilakukan setiap pengambilan outlet dikarenakan disetiap menitnya konsentrasi E.Coli berubah-ubah (tidak stabil).

Pada pengujian terhadap variasi serbuk gergaji 2.5% didapatkan data bahwa pada outlet jam ke 1 sampai pada jam ke 4 tidak mengalami penurunan sama sekali jumlah bakteri sebesar ≥ 1898 MPN/100 ml, hal ini karena pertumbuhan bakteri yang sangat cepat sehingga bakteri tidak mengalami penurunan. Sedangkan pada jam ke 5 terjadi penurunan dengan jumlah bakteri sebesar 86 MPN/100 ml, penurunan ini terjadi karena proses filtrasi dan adsorpsi juga disebabkan karena ada sebagian bakteri yang mengalami kematian karena nutrisi yang dibutuhkan bakteri kurang, sehingga sebagian bakteri mengalami kematian. Terjadi kenaikan kembali pada jam ke 6 dengan jumlah bakteri sebesar ≥ 1898 MPN/100 ml. Kenaikan ini disebabkan karena pertumbuhan bakteri yang sangat cepat.

Untuk variasi serbuk gergaji 5% terjadi penurunan jumlah bakteri E.Coli yang cukup bagus dapat dilihat pada Tabel 4.3. bahwa pada jam ke 1

sampai jam ke 2 jumlah bakteri adalah 0, pada jam ke 3 jumlah E.Coli mengalami kenaikan yang tidak terlalu besar yaitu 4 MPN/100 ml, kemudian pada jam ke 4 dan jam ke 5 jumlah E.Coli mengalami penurunan kembali ke titik 0, dan pada jam ke 6 jumlah bakteri mengalami kenaikan kembali sebesar 4 MPN/100 ml. Sedangkan jumlah bakteri pada inlet untuk tiap jam adalah sama sebesar ≥ 1898 MPN/100ml. Sedangkan untuk variasi serbuk gergaji 7.5% data penelitian yang dihasilkan tidak ada penurunan kandungan E.Coli di bagian outlet. Dapat dilihat pada Tabel 4.4. bahwa pada jam ke 1 sampai jam ke 6 jumlah e.coli di inlet sebesar ≥ 1898 MPN/100 ml, dan dibagian outlet jumlah e.coli tidak mengalami perubahan yaitu sebesar ≥ 1898 MPN/100 ml.

Penurunan bakteri yang terjadi pada membran keramik disebabkan karena bakteri E.Coli memiliki ukuran pori yang lebih besar dari pada ukuran pori dari membran keramik itu sendiri. Sehingga pada membran keramik terjadi proses penyaringan (filtrasi) dan penyerapan (adsorpsi), dimana bakteri E.Coli disaring dan diserap oleh membran keramik dengan tekanan yang kuat menyebabkan E.coli menempel pada dinding membran, sehingga air yang keluar lebih bersih. Hal itu terjadi karena E.Coli yang berukuran 0.5 – 1 mikron dapat tersaring oleh membran keramik yang berpori lebih kecil dari pada E.Coli. Variasi waktu sangat berpengaruh untuk mengetahui waktu jenuh sampel air.

Proses filtrasi pada membran keramik berfungsi untuk menyaring dan menangkap bahan-bahan padat, bahan-bahan terlarut, dan bahan-bahan

Penurunan jumlah bakteri juga disebabkan oleh sumber nutrisi dalam air. Pada suatu waktu pertumbuhan bakteri akan berhenti dikarenakan sokongan nutrisi pada lingkungan sudah tidak memadai lagi, sehingga akhirnya terjadi kemerosotan jumlah sel akibat banyak sel yang sudah tidak mendapatkan nutrisi lagi. Hingga akhirnya pada titik ekstrim menyebabkan terjadinya kematian total bakteri.

Selain mengalami penurunan bakteri E.Coli juga mengalami kenaikan pada beberapa jam, hal ini disebabkan karena pertumbuhan bakteri E.Coli yang sangat cepat, E.Coli memiliki waktu generasi 15-20 menit. Hal ini artinya bakteri E.Coli dalam waktu 15-20 menit mampu menggandakan selnya menjadi dua kali lipat. Suplai nutrisi juga mempengaruhi pertumbuhan E.Coli, suplai nutrisi yang cukup akan mendukung proses pertumbuhan. Sel akan membelah diri dengan laju yang konstan dan massa menjadi dua kali lipat.

IV.2. Total Suspended Solid (TSS)

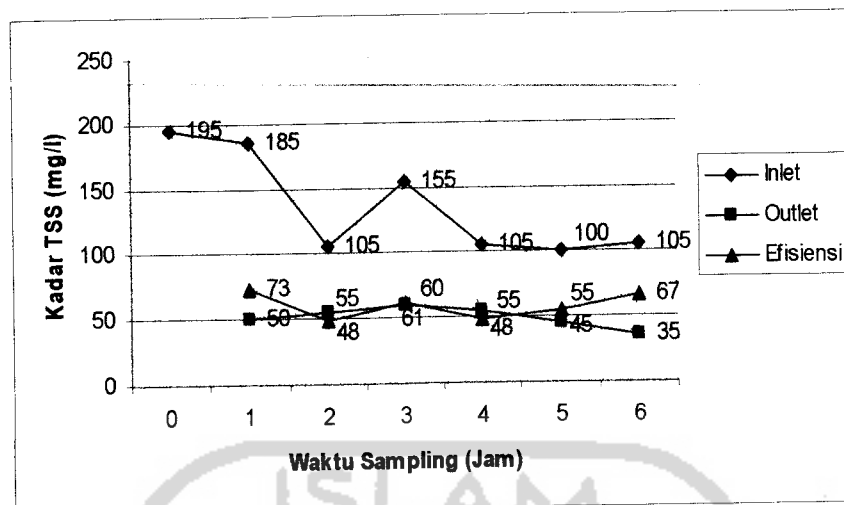
Adapun hasil pengujian Total Suspended Solid (TSS) dengan menggunakan membran keramik untuk variasi serbuk gergaji 2.5%, 5%, dan 7.5% dan variasi waktu pengambilan sampel per 1 jam selama 6 jam pada inlet dan outlet dari membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 2.5% dapat dilihat pada Tabel 4.8. berikut:

Tabel 4.8. Hubungan antara waktu pengambilan sampel dengan konsentrasi TSS serta Efisiensi Removal dengan Variasi serbuk gergaji 2.5%

Waktu (Jam)	Berat Kosong		Berat Sampel		Kadar TSS		Efisiensi (%)
	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	
0	0.0034		0.0073		195		
1	0.0001	0.0046	0.0038	0.0056	185	50	73
2	0.0021	0.0030	0.0042	0.0041	105	55	48
3	0.0040	0.0053	0.0071	0.0065	155	60	61
4	0.0030	0.0075	0.0051	0.0086	105	55	48
5	0.0053	0.0014	0.0073	0.0023	100	45	55
6	0.0041	0.0094	0.0062	0.0101	105	35	67

(Sumber, Data Primer 2006)

Dari Tabel 4.8. diatas dapat dibuat grafik hubungan antara waktu pengambilan sampel, konsentrasi TSS, dan efisiensi, seperti pada Gambar4.4.



Gambar 4.4. Grafik Hubungan antara Waktu Pengambilan Sampel dengan konsentrasi TSS, serta efisiensi untuk Variasi Serbuk Gergaji 2.5 %

Pada Tabel 4.8 terlihat bahwa efisiensi removal konsentrasi TSS untuk membran keramik dengan variasi serbuk gergaji 2,5% pada variasi waktu 1, 2, 3, 4, 5, dan 6 yang berturut-turut adalah 73%, 48%, 61%, 48%, 55% dan 67%. Tingkat efisiensi terendah pada jam ke-2 dan ke-4 yaitu 48% dan tingkat efisiensi tertinggi terjadi pada jam ke-1 yaitu 73%.

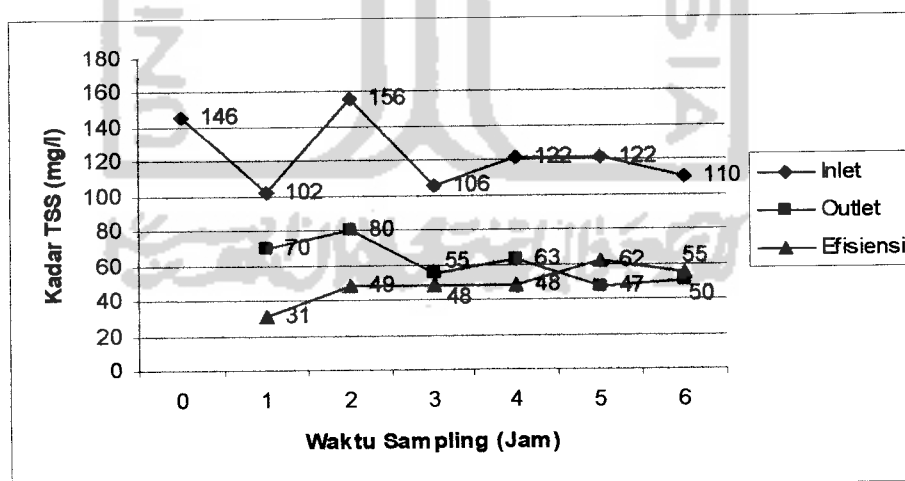
Berikut ini adalah hasil dan grafik pengujian Total Suspended Solid (TSS) dengan menggunakan membran keramik untuk variasi serbuk gergaji 5%.

Tabel 4.9. Hubungan antara waktu pengambilan sampel dengan konsentrasi TSS serta Efisiensi Removal dengan Variasi serbuk gergaji 5%

Waktu (Jam)	Berat Kosong		Berat Sampel		Kadar TSS		Efisiensi (%)
	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	
0	0.0026		0.0099		146		
1	0.0007	0.0022	0.0058	0.0036	102	70	31
2	0.0008	0.0053	0.0086	0.0069	156	80	49
3	0.0031	0.0018	0.0084	0.0029	106	55	48
4	0.0001	0.0069	0.0062	0.0088	122	63	48
5	0.0063	0.0064	0.0124	0.0078	122	47	62
6	0.0007	0.0028	0.0062	0.0048	110	50	55

(Sumber, Data Primer 2006)

Dari Tabel 4.9. diatas dapat dibuat grafik hubungan antara waktu pengambilan sampel, konsentrasi TSS, dan efisiensi, seperti pada Gambar4.5.



Gambar 4.5. Grafik Hubungan antara Waktu Pengambilan Sampel dengan konsentrasi TSS, serta efisiensi untuk Variasi Serbuk Gergaji 5 %

Pada Tabel 4.9. terlihat bahwa efisiensi removal konsentrasi TSS untuk membran keramik dengan variasi serbuk gergaji 5% pada variasi waktu 1, 2, 3, 4, 5, dan 6 yang berturut-turut adalah 31%, 49%, 48%, 48%, 62% dan 55%.Tingkat efisiensi terendah pada jam ke-1 yaitu 31% dan tingkat efisiensi tertinggi terjadi pada jam ke-5 yaitu 62%.

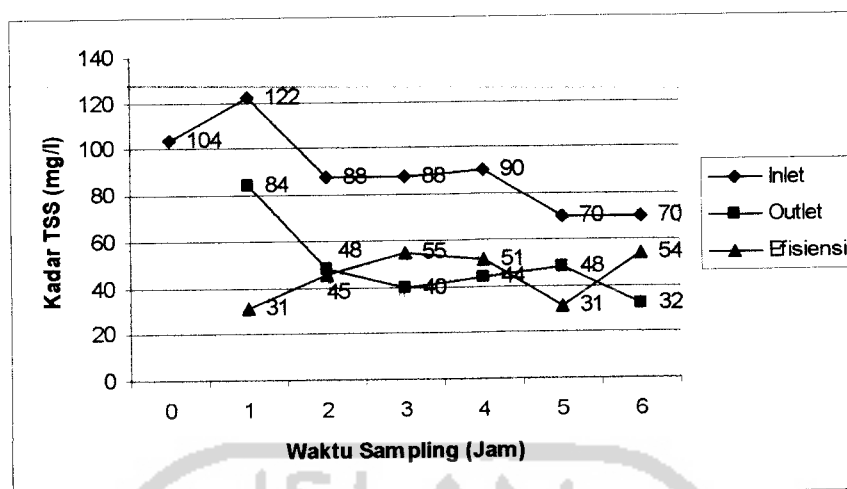
Berikut ini adalah hasil dan grafik pengujian Total Suspended Solid (TSS) dengan menggunakan membran keramik untuk variasi serbuk gergaji 7,5%.

Tabel 4.10. Hubungan antara waktu pengambilan sampel dengan konsentrasi TSS, serta Efisiensi Removal dengan Variasi serbuk gergaji 7.5%

Waktu (Jam)	Berat Kosong		Berat Sampel		Kadar TSS		Efisiensi (%)
	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	Inlet (mg/l)	Outlet (mg/l)	
0	0.0017		0.0069		104		
1	0.0009	0.0055	0.0070	0.0076	122	84	31
2	0.0043	0.0009	0.0087	0.0021	88	48	45
3	0.0040	0.0059	0.0084	0.0069	88	40	55
4	0.0030	0.0025	0.0075	0.0036	90	44	51
5	0.0006	0.0048	0.0041	0.0060	70	48	31
6	0.0020	0.0025	0.0055	0.0033	70	32	54

(Sumber, Data Primer 2006)

Dari Tabel 4.10. diatas dapat dibuat grafik hubungan antara waktu pengambilan sampel, konsentrasi TSS, dan efisiensi, seperti pada Gambar4.6.



Gambar 4.6. Grafik Hubungan antara Waktu Pengambilan Sampel dengan konsentrasi TSS, serta efisiensi untuk Variasi Serbuk Gergaji 7.5 %

Pada Tabel 4.10. terlihat bahwa efisiensi removal konsentrasi TSS untuk membran keramik dengan variasi serbuk gergaji 2,5% pada variasi waktu 1, 2, 3, 4, 5, dan 6 yang berturut-turut adalah 31%, 45%, 55%, 51%, 31% dan 54%. Tingkat efisiensi terendah pada jam ke-1 dan ke-5 yaitu 31% dan tingkat efisiensi tertinggi terjadi pada jam ke-3 yaitu 55%.

Berikut ini adalah hasil dan grafik pengujian Total Suspended Solid (TSS) dengan menggunakan membran keramik untuk variasi serbuk gergaji 7,5%..

IV.2.1. T test Analisa TSS Pada Membran Keramik dengan Variasi serbuk gergaji 2,5%

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-

$$t_{\text{hitung}} = 10,6033$$

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

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

Dengan membandingkan t_{tabel} dengan t_{hitung} ternyata $-t_{\text{tabel}} \leq t_{\text{hitung}} \leq +t_{\text{tabel}}$, atau $-1,812 < 10,6033 < 1,812$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Sehingga dapat disimpulkan :

Analisa TSS dengan menggunakan uji t pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 2,5% menunjukkan bahwa hasil nilai tabel 10,6033 > 1,812 maka dapat dikatakan bahwa perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada inlet dan outlet air sumur. Maka serbuk gergaji 2.5% sangat berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi TSS dalam air tanah.

IV.2.2. T test Analisa TSS Pada Membran Keramik dengan Variasi serbuk gergaji 5%

$$\text{Rata-rata} \quad : \quad x_1 = 119,667$$

$$x_2 = 60,8333$$

$$\text{Standar Deviasi} \quad : \quad s_1 = 19,6129$$

$$s_2 = 12,6399$$

$$\text{Varians} \quad : \quad S_1 = 384,667$$

$$S_2 = 159,767$$

$$\text{Korelasi} \quad : \quad r_1 = 0,55801$$

$$t_{\text{hitung}} = 6,30893$$

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

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

Dengan membandingkan t tabel dengan t hitung ternyata $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \geq + t \text{ tabel}$, atau $-1,812 < 6,30893 > 1,812$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Sehingga dapat disimpulkan :

Analisa TSS dengan menggunakan uji t pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 5% menunjukkan bahwa hasil nilai t tabel 6,30893 $> 1,812$ maka dapat dikatakan bahwa perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada inlet dan outlet air sumur. Maka serbuk gergaji 5% sangat berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi TSS dalam air tanah.

IV.2.3. T test Analisa TSS Pada Membran Keramik dengan Variasi serbuk gergaji 7,5%

Rata-rata	:	x_1	= 88
		x_2	= 49,3333
Standar Deviasi	:	s_1	= 19,0158
		s_2	= 18,0074
Varians	:	S_1	= 361,6
		S_2	= 324,267
Korelasi	:	r_1	= 0,87844

$$t_{\text{hitung}} = 3,72029$$

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

Sehingga diperoleh t tabel = 1,812

Dengan membandingkan t tabel dengan t hitung ternyata $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \geq + t \text{ tabel}$, atau $-1,812 < 3,72029 > 1,812$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Sehingga dapat disimpulkan :

Analisa TSS dengan menggunakan uji t pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5% menunjukkan bahwa hasil nilai t tabel $3,72029 > 1,812$ maka dapat dikatakan bahwa perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada inlet dan outlet air sumur. Maka serbuk gergaji 7.5% sangat berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi TSS dalam air tanah.

Sebagai perbandingan dari hasil uji statistik tersebut maka dilakukan pengujian lagi dengan menggunakan program SPSS uji t Test. Dari pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 4.11. sebagai berikut :

Tabel 4.11. Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 INLET1 - OUTL	75.83	33.677	13.749	40.49	111.18	5.516	5	.003
Pair 2 INLET2 - OUTL	58.83	16.364	6.680	41.66	76.01	8.807	5	.000
Pair 3 INLET3 - OULE	38.67	9.180	3.748	29.03	48.30	10.318	5	.000

Pada pengujian ini menggunakan confidence interval sebesar 95 %, dari pengujian ini di dapatkan hasil bahwa inlet1 – outlet1 (variasi serbuk gergaji 2.5%) memiliki nilai signifikan sebesar $0.003 < 0.05$, maka H_0 ditolak, atau inlet1 dan outlet1 memiliki nilai yang relatife tidak sama. Dengan kata lain, pada variasi serbuk gergaji 2.5% ini efektif dalam menurunkan konsentrasi TSS. Pada inlet2 – outlet2 (variasi serbuk gergaji 5%) memiliki nilai signifikan sebesar $0.000 < 0.05$, maka H_0 ditolak, atau inlet dan outlet memiliki nilai yang tidak sama. Dengan kata lain, pada variasi serbuk

gergaji 5% ini efektif digunakan untuk menurunkan konsentrasi TSS. Sedangkan untuk inlet3 – outlet3 (variasi serbuk gergaji 7.5%) memiliki nilai signifikan sebesar $0.000 < 0.05$, maka H_0 ditolak, atau inlet dan outlet memiliki nilai yang tidak sama. Dengan kata lain, pada variasi serbuk gergaji 7.5% ini efektif digunakan untuk menurunkan konsentrasi TSS. Dari semua variasi tersebut variasi serbuk gergaji 5% dan 7.5% yang memiliki nilai yang mendekati nilai 0.05, sehingga dapat dikatakan bahwa pada variasi tersebut merupakan yang paling efektif dalam menurunkan E.Coli. Sedangkan untuk mendapatkan jam yang paling optimum dapat dilihat pada Tabel 4.12. berikut ini :



Tabel 4.12. Multiple Comparisons

Multiple Comparisons

Dependent Variable: INLET1
Tukey HSD

(I) WAKTU1	(J) WAKTU1	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	13.00	24.515	.994	-69.34	95.34
	3	3.67	24.515	1.000	-78.68	86.01
	4	16.67	24.515	.981	-65.68	99.01
	5	17.67	24.515	.976	-64.68	100.01
	6	12.33	24.515	.995	-70.01	94.68
2	1	-13.00	24.515	.994	-95.34	69.34
	3	-9.33	24.515	.999	-91.68	73.01
	4	3.67	24.515	1.000	-78.68	86.01
	5	4.67	24.515	1.000	-77.68	87.01
	6	-.67	24.515	1.000	-83.01	81.68
3	1	-3.67	24.515	1.000	-86.01	78.68
	2	9.33	24.515	.999	-73.01	91.68
	4	13.00	24.515	.994	-69.34	95.34
	5	14.00	24.515	.991	-68.34	96.34
	6	8.67	24.515	.999	-73.68	91.01
4	1	-16.67	24.515	.981	-99.01	65.68
	2	-3.67	24.515	1.000	-86.01	78.68
	3	-13.00	24.515	.994	-95.34	69.34
	5	1.00	24.515	1.000	-81.34	83.34
	6	-4.33	24.515	1.000	-86.68	78.01
5	1	-17.67	24.515	.976	-100.01	64.68
	2	-4.67	24.515	1.000	-87.01	77.68
	3	-14.00	24.515	.991	-96.34	68.34
	4	-1.00	24.515	1.000	-83.34	81.34
	6	-5.33	24.515	1.000	-87.68	77.01
6	1	-12.33	24.515	.995	-94.68	70.01
	2	.67	24.515	1.000	-81.68	83.01
	3	-8.67	24.515	.999	-91.01	73.68
	4	4.33	24.515	1.000	-78.01	86.68
	5	5.33	24.515	1.000	-77.01	87.68

Dari data tersebut dapat diketahui bahwa jam yang paling optimum untuk menurunkan konsentrasi TSS terdapat pada jam ke-1. Hal ini diketahui dengan melihat mean difference pada Tabel diatas, waktu1 pada jam ke-1 dibandingkan dengan jam berikutnya dengan melihat mean difference, jam

ke-1 memiliki nilai yang lebih bagus jika mean differencenya positif dan memiliki nilai yang lebih jelek jika mean differencenya bernilai negatife.

IV.2.4. Pembahasan Total Suspended Solid (TSS)

Padatan total (residu) adalah bahan yang tersisa setelah air sampel mengalami evaporasi dan pengeringan pada suhu tertentu. Residu dianggap sebagai kandungan total bahan terlarut dan tersuspensi dalam air. Selama penentuan residu ini, sebagian besar bikarbonat yang merupakan anion utama di perairan telah mengalami transformasi menjadi karbondioksida, sehingga karbondioksida dan gas-gas lain yang menghilang pada saat tidak tercakup dalam nilai padatan total. Padatan tersuspensi total (Total Suspended Solid atau TSS) adalah bahan-bahan tersuspensi (diameter > 1 μm) yang tertahan pada saringan millipore dengan diameter pori 0,45 μm . TSS terdiri atas lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik, yang terutama disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air.

Total Suspended Solid (TSS) dapat melayang didalam air dan akan menghalangi masuknya sinar matahari kedalam lapisan air. Padahal sinar matahari Sangat dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk melakukan fotosintesis. Karena tidak adanya sinar matahari maka proses fotosintesis tidak dapat berlangsung dan akibatnya kehidupan mikroorganisme jadi terganggu.

Pada penelitian TSS ini membran keramik terlebih dahulu dicuci dengan air bersih hal ini dilakukan untuk menghilangkan kotoran-kotoran

sisa dari hasil pembakaran keramik/gerabah agar tidak bercampur dengan effluen yang dihasilkan. Dari penelitian yang dilakukan dengan menggunakan air sampel yang diambil dari air sumur di Dusun Donolayan Rt 01/Rw 22, Donoharjo – Ngaglik Sleman Yogyakarta, dapat diketahui variasi serbuk gergaji dan waktu yang paling optimum untuk mendapatkan hasil yang paling maksimal. Dengan melihat Gambar 4.4. sampai Gambar 4.6. terlihat bahwa konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) dalam air sumur akan semakin mengalami penurunan setelah melalui membran keramik. Dapat dilihat pada Gambar 4.4. grafik hasil pengujian kadar TSS (Total Suspended Solid) membran keramik dengan variasi serbuk gergaji 2.5% kadar TSS mengalami penurunan, pada jam ke 1 di inlet kadar TSS sebesar 185mg/l mengalami penurunan di outlet sebesar 50mg/l dengan efisiensi yang dihasilkan sebesar 73%, pada jam ke 2 kadar TSS turun dari 105mg/l menjadi 55mg/l dengan efisiensi sebesar 48%, pada jam ke 3 kadar TSS turun dari 155mg/l menjadi 60mg/l dengan efisiensi sebesar 61%, pada jam ke 4 kadar TSS turun dari 105mg/l menjadi 55mg/l dengan efisiensi sebesar 48%, pada jam ke 5 kadar TSS turun dari 100mg/l menjadi 145mg/l dengan efisiensi sebesar 55%, dan pada jam ke 6 kadar TSS turun dari 105mg/l menjadi 35mg/l dengan efisiensi sebesar 67%.

Untuk membran keramik dengan variasi serbuk gergaji 5%, kadar TSS yang keluar di outlet mengalami penurunan yang cukup bagus juga. Pada jam ke 1 kadar TSS mengalami penurunan dari 102mg/l menjadi 70mg/l dengan efisiensi sebesar 31%, pada jam ke 2 kadar TSS turun dari

156mg/l menjadi 80mg/l dengan efisiensi sebesar 49%, pada jam ke 3 kadar TSS turun dari 106mg/l menjadi 55 mg/l dengan efisiensi sebesar 48%, pada jam ke 4 kadar TSS turun dari 122 mg/l menjadi 63mg/l dengan efisiensi sebesar 48%, pada jam ke 5 kadar TSS turun dari 122mg/l menjadi 47 mg/l dengan efisiensi sebesar 62%, dan pada jam ke 6 kadar TSS turun dari 110mg/l menjadi 50mg/l dengan efisiensi sebesar 55%. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa kadar TSS turun mulai dari jam ke 1 sampai jam ke 6, sehingga outlet yang didapat memiliki kadar TSS yang cukup kecil.

Sedangkan untuk membran keramik dengan variasi serbuk gergaji 7.5% memiliki data yang tidak jauh berbeda dengan 2.5% dan 5%, pada 7.5% ini pun kadar TSS mengalami penurunan yang cukup bagus dan memiliki efisiensi yang tidak jauh berbeda dengan yang variasi 2.5% dan 5%. Penurunan kadar TSS yang terjadi pada membran keramik dengan variasi serbuk gergaji 7.5% ini dapat dilihat pada Gambar 4.6. Dari grafik tersebut dapat dilihat pada jam ke 1 kadar TSS turun dari 122mg/l menjadi 84mg/l dengan efisiensi sebesar 31%, pada jam ke 2 kadar TSS turun dari 88mg/l menjadi 84mg/l dengan efisiensi sebesar 45%, pada jam ke 3 kadar TSS turun dari 88mg/l menjadi 40mg/l dengan efisiensi sebesar 55%, pada jam ke 4 kadar TSS turun dari 90mg/l menjadi 44mg/l dengan efisiensi sebesar 51%, pada jam ke 5 kadar TSS turun dari 70mg/l menjadi 48mg/l dengan efisiensi sebesar 31%, dan pada jam ke 6 kadar TSS turun dari 70mg/l menjadi 32mg/l dengan efisiensi sebesar 54%.

Penurunan konsentrasi TSS pada outlet dapat terjadi karena membran keramik memiliki kemampuan untuk menyaring (filtrasi) dan menyerap (adsorpsi) padatan tersuspensi (TSS) yang terdapat pada air baku. Membran keramik sebagai penyaring (filter), karena pada membran keramik terdapat campuran serbuk gergaji berukuran 50 mesh yang berfungsi untuk merembeskan air. Sedangkan fungsi membran keramik sebagai penyerap (adsorpsi) dapat terjadi karena pada membran keramik terdapat mineral lempung yang dapat dengan mudah menyerap beberapa molekul organik yang terdapat di dalam air baku., dan setelah dilakukan penelitian ternyata ukuran pori dari membran keramik jauh lebih kecil dibandingkan ukuran padatan tersuspensi, sehingga membran keramik efektif dalam menurunkan konsentrasi TSS.

Tanah lempung memiliki sifat plastis yang memungkinkan tanah lempung untuk menyerap air pada bakaran rendah. bahan penyerap merupakan suatu padatan yang mempunyai sifat mengikat partikel pada permukaan dan sifat ini menonjol pada padatan yang berpori. 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

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas adsorpsi, yaitu:

1. Luas permukaan adsorben

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

2. Ukuran partikel

Semakin kecil ukuran partikel yang digunakan maka semakin besar kecepatan adsorpsinya. 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 menempel adsorbat berlangsung lebih baik. Konsentrasi zat organik akan turun apabila waktu kontakannya cukup dan waktu kontak berkisar antara 10-15 menit (*Reynolds, 1982*).

4. Distribusi Ukuran Pori

Distribusi pori akan mempengaruhi distribusi ukuran partikel yang mau masuk ke dalam partikel adsorben.

Variasi waktu berpengaruh terhadap outlet dari pengujian TSS, karena daya adsorpsi molekul dari satu 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 menyebabkan penurunan terhadap parameter TSS.

Dari data-data diatas dapat disimpulkan bahwa penurunan konsentrasi TSS terbesar yang terjadi pada membran keramik dengan variasi serbuk gergaji 2.5% yaitu pada jam ke 1 sebesar 73% dengan kadar TSS awal 185mg/l menjadi 50mg/l, untuk variasi serbuk gergaji 5% terjadi pada jam ke 5 sebesar 62% dengan kadar TSS awal 122mg/l menjadi 47mg/l, sedangkan untuk variasi serbuk gergaji 7.5% terjadi pada jam ke 3 sebesar 55% dengan kadar TSS awal 88mg/l menjadi 40mg/l. Sehingga dapat disimpulkan bahwa efisiensi yang paling bagus dari penggunaan membran keramik ini adalah pada jam ke 1 dan variasi serbuk gergaji yang paling optimal adalah variasi serbuk gergaji 2.5% yang memiliki pori yang lebih kecil dari pada partikel-partikel yang terdapat dalam air sumur.

Dari data yang diperoleh maka dapat dilihat bahwa sampel setelah pengolahan telah memenuhi standar baku mutu air bersih yang ditetapkan. Sebagaimana tertuang dalam peraturan pemerintah no.82 tahun 2001, batas maksimum untuk parameter TSS adalah 50mg/L.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian bakteri E.Coli dan Total Suspended Solid (TSS) untuk air sumur dapat disimpulkan :

1. Membran keramik dapat menurunkan kadar E.Coli dengan efisiensi sebesar 100% pada serbuk gergaji 5% dan untuk TSS sebesar 73% pada serbuk gergaji 2.5%.
2. Komposisi serbuk gergaji yang paling optimum terdapat pada variasi serbuk gergaji 5% untuk E.Coli dan 2.5% untuk TSS.
3. Penurunan konsentrasi TSS terbesar yang terjadi pada membran keramik dengan variasi serbuk gergaji 2.5% yaitu pada jam ke 1 sebesar 73% dengan kadar TSS awal 185mg/l menjadi 50mg/l, untuk variasi serbuk gergaji 5% terjadi jam ke 5 sebesar 62% dengan kadar TSS awal 122mg/l menjadi 47mg/l, sedangkan untuk variasi serbuk gergaji 7.5% terjadi pada jam ke 3 sebesar 55% dengan kadar TSS awal 88mg/l menjadi 40mg/l.

V.2. SARAN

Dari hasil penelitian penulis memberikan saran sebagai berikut :

1. Menambah variasi waktu sehingga dapat diketahui waktu jenuh membran keramik dalam mengolah air baku.
2. Menambah variasi serbuk gergaji agar dapat menahan lolosnya E.Coli.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, R.A. 2006. *Penurunan Kadar E.Coli dan TSS Pada Air Selokan Mataram Dengan Menggunakan Membran Keramik*. Jurusan Teknik Lingkungan. FTSP. UII. Yogyakarta.
- Alaerts, G. 1984. *Metodologi Penelitian Air*. Usaha Nasional Indonesia: Surabaya.
- Algamar. K, 1993, *Sistem Penyediaan Air Minum*, ITB, Bandung.
- Alimuddin. *Optimasi Pengolahan Secara Konvensional air Sungai Karang Mumus Dan Pemanfaatan Serbuk Gergaji Dalam Pengolahannya*. Diambil dari website www.google.com.
- Al Layla. M, Ahmad, S. Middlebrooks, E, 1978, *Water Supply Engineering Design*, AM Arbor Science, Michigan
- Amsyari, F. 1997, *Prinsip-prinsip Masalah Pencemaran Lingkungan*, Khalia. Indonesia.
- Anonim, 1982, *Pengolahan Air Minum*, Dirjen Cipta Karya Dep. PU, Bandung
- Asri Budiarti. 2005. *Skripsi Penurunan E.Coli Dalam Air Sumur Dengan Menggunakan Variasi Waktu Penyinaran Radiasi Sinar Gamma*. STTL.YLH: Yogyakarta.
- Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Propinsi DKI Jakarta. *Saringan Air Keramik Penjernih Air Minum Bebas Bakteri*. Diambil dari website www.yahoo.com.
- Cristady, H. H. 2002. *Mekanika Tanah I, Edisi kedua*. Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius: Yogyakarta.

- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Kanisius: Yogyakarta.
- Metcalf and Eddy. 1991. *Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse*. Mc Graw Hill, International Edition. Third Edition.
- Nasution, D.A. 2006. *Penurunan Kadar Fe dan Mn Pada Air Tanah Dengan Menggunakan Membran Keramik*. Jurusan Teknik Lingkungan. FTSP. UII. Yogyakarta.
- Nutayla, N. 2006. *Penurunan Kadar E.Coli dan TDS Pada Limbah Domestik Dengan Menggunakan Membran Keramik*. Jurusan Teknik. Lingkungan. FTSP. UII. Yogyakarta.
- Pratama, M.R. 2006. *Prinsip Pertumbuhan Bakteri*. Diambil dari website www.google.com.
- _____. 2006. *Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikroba*. Diambil dari website www.google.com.
- Reynolds, T. D. 1982. *Unit Operations and Process in Enviromental Engineering*. Texas A&M University, Brooks/Cole Engineering Division, Monterey, California, USA.
- Soemarno. 2000. *Isolasi dan Identifikasi Bakteri Klinik Edisi III*. Akademi Analisis Kesehatan Yogyakarta. Departemen Kesehatan Indonesia: Yogyakarta.
- Sugiharto. 1987. *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah*. Penerbit Universitas Indonesia: Jakarta.
- Wardana, Wisnu Arya. 1995. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Penerbit: Andi Offset: Yogyakarta.



KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	NAMA	NO MHS	PRODI
1	Tia Nuraftiani	02513130	Teknik Lingkungan
2			

JUDUL TUGAS AKHIR : Penurunan Kadar E Coli dan TSS Pada Air Tanah dengan menggunakan Membran Keramik

PERIODE : II
TAHUN : Geanp 2005/206

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

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

Yogyakarta, 11 septemebr 2006
Koordinator TA



(Eko Siswoyo, ST)

Catatan

Seminar :
Sidang :
Pendadaran :



Gambar 1. Membran Keramik



Gambar 2. Reaktor membran keramik



Gambar 3. Sertoclave

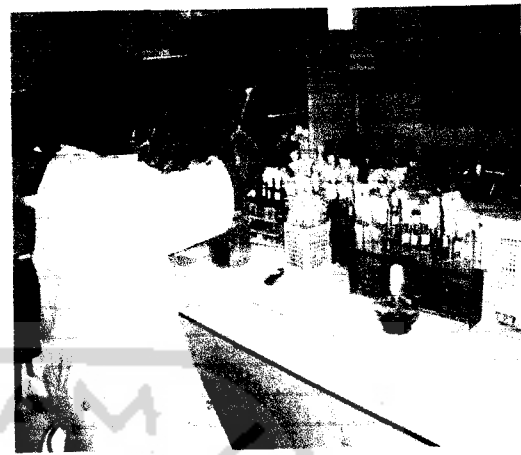


Gambar 4. Inkobator





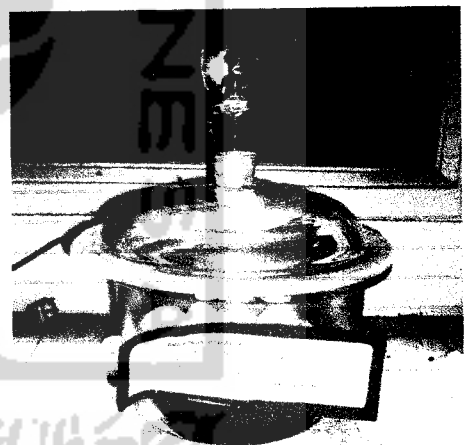
Gambar 5. Laktosa



Gambar 6. pengujian E.Coli



Gambar 7. Oven



Gambar 8. Desikator

1. Analisa Data Perbandingan Dua Variabel Bebas (Uji t / t-Test) untuk E.Coli

1.1. T-test untuk Analisa E.Coli Pada Komposisi Media 2.5 %

Langkah 1: Membuat Ha dan Ho dalam bentuk kalimat

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

Ho : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi E.Coli 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.

Jam ke-	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	$X_1 \cdot X_2$	X_1^2	X_2^2
1	1898	1898	3602404	3602404	3602404
2	1898	1898	3602404	3602404	3602404
3	1898	1898	3602404	3602404	3602404
4	1898	1898	3602404	3602404	3602404
5	1898	86	163228	3602404	7396
6	1898	1898	3602404	3602404	3602404
Σ	11388	9576	18175248	21614424	18019416
X_r	1898	1596			
Standar Deviasi (s)	0	739.746			
Varians (S)	0	547224			
Korelasi (r)	0				

Langkah 4 : Mencari t hitung

0.99835

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 ditolak dan H_a diterima

Langkah 6 : Membandingkan t tabel dengan t hitung

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

atau $-1,812 < 0,99835 > 1,812$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima

Langkah 7 : Kesimpulan

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

H_0 : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi E.Coli pada inlet dan outlet DITOLAK.

1.2. T-test untuk Analisa E.Coli Pada Komposisi Media 5 %

Langkah 1: Membuat H_a dan H_0 dalam bentuk kalimat

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

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

Langkah 2 : Membuat Ha dan Ho model statistik

Ha : $\mu_1 \neq \mu_2$

Ho : $\mu_1 = \mu_2$

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

Jam ke-	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	X1*X2	X1^2	X2^2
1	1898	0	0	3602404	0
2	1898	0	0	3602404	0
3	1898	4	7592	3602404	16
4	1898	0	0	3602404	0
5	1898	0	0	3602404	0
6	1898	4	7592	3602404	16
Σ	11388	8	15184	2.2E+07	32
Xr	1898	1.33333			
Standar Deviasi (s)	0	2.06559			
Varians (S)	0	4.26667			
Korelasi (r)	0				

Langkah 4 : Mencari t hitung

1521.29

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

Langkah 6 : Membandingkan t tabel dengan t hitung

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

atau $-1,812 < 1521.29 > 1,812$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima

Langkah 7 : Kesimpulan

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

H_0 : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi E.Coli pada inlet dan outlet DITOLAK.

1.3. T-test untuk Analisa E.Coli Pada Komposisi Media 7.5 %

Langkah 1: Membuat H_a dan H_0 dalam bentuk kalimat

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

H_0 : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi E.Coli pada inlet dan outlet.

Langkah 2 : Membuat H_a dan H_0 model statistik

$H_a : \mu_1 \neq \mu_2$

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$

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

Jam ke-	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	X1*X2	X1^2	X2^2
1	1898	1898	3602404	3602404	3602404
2	1898	1898	3602404	3602404	3602404
3	1898	1898	3602404	3602404	3602404
4	1898	1898	3602404	3602404	3602404
5	1898	1898	3602404	3602404	3602404
6	1898	1898	3602404	3602404	3602404
Σ	11388	11388	2.2E+07	2.2E+07	2.2E+07
Xr	1898	1898			
Standar Deviasi (s)	0	0			
Varians (S)	0	0			
Korelasi (r)	0				

Langkah 4 : Mencari t hitung

0

Langkah 5 : Menentukan kaidah pengujian

1. Taraf signifikansinya ($\alpha = 0.05$)
2. $dk = n1 + n2 - 2 = 6+6-2=10$ sehingga diperoleh t tabel = 1,812
3. Kriteria pengujian dua pihak

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

Langkah 6 : Membandingkan t tabel dengan t hitung

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

atau $-1,812 < 0 > 1,812$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima

Langkah 7 : Kesimpulan

Ha : Terdapat perbedaan signifikan antara konsentrasi E.Coli pada inlet dan outlet
DITERIMA.

Ho : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi E.Coli pada inlet dan outlet DITOLAK.

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

2.1. T-test untuk Analisa TSS Pada Komposisi Media 2.5 %

Langkah 1: Membuat Ha dan Ho dalam bentuk kalimat

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

Ho : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS 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 (\bar{X}): standar deviasi (s): varians (S) dan korelasi.

Jam ke-	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	$X1 * X2$	$X1^2$	$X2^2$
1	185	50	9250	34225	2500
2	105	55	5775	11025	3025
3	155	60	9300	24025	3600
4	105	55	5775	11025	3025
5	100	45	4500	10000	2025

6	105	35	3675	11025	1225
Σ	755	300	38275	101325	15400
\bar{X}_r	125.833	50			
Standar Deviasi (s)	35.5551	8.94427			
Varians (S)	262.496	80			
Korelasi (r)	0.33017				

Langkah 4 : Mencari t hitung

10.6033

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

Langkah 6 : Membandingkan t tabel dengan t hitung

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

atau $-1,812 < 10.6033 > 1,812$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima

Langkah 7 : Kesimpulan

H_a : Terdapat perbedaan signifikan antara konsentrasi TSS pada inlet dan outlet

DITERIMA.

H_0 : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada inlet dan

outlet DITOLAK.

2.2. T-test untuk Analisa TSS Pada Komposisi Media 5 %

Langkah 1: Membuat H_a dan H_o dalam bentuk kalimat

H_a : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada inlet dan outlet.

H_o : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada inlet dan outlet.

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 (X_r): standar deviasi (s): varians (S) dan korelasi.

Jam ke-	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	$X_1 * X_2$	X_1^2	X_2^2
1	102	70	7140	10404	4900
2	156	80	12480	24336	6400
3	106	55	5830	11236	3025
4	122	63	7686	14884	3969
5	122	47	5734	14884	2209
6	110	50	5500	12100	2500
Σ	718	365	44370	87844	23003
X_r	119.667	60.8333			
Standar Deviasi (s)	19.6129	12.6399			
Varians (S)	384.667	159.767			
Korelasi (r)	0.55801				

Langkah 4 : Mencari t hitung

6.30893

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

Langkah 6 : Membandingkan t tabel dengan t hitung

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

atau $-1,812 < 6.30893 > 1,812$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima

Langkah 7 : Kesimpulan

H_a : Terdapat perbedaan signifikan antara konsentrasi TSS pada inlet dan outlet

DITERIMA.

H_0 : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada inlet dan

outlet DITOLAK.

2.3. T-test untuk Analisa TSS Pada Komposisi Media 7.5 %

Langkah 1: Membuat H_a dan H_0 dalam bentuk kalimat

H_a : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada inlet dan outlet.

H_0 : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada inlet dan

outlet.

Langkah 2 : Membuat H_a dan H_0 model statistik

H_a : $\mu_1 \neq \mu_2$

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

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

Jam ke-	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	X1*X2	X1^2	X2^2
1	122	84	10248	14884	7056
2	88	48	4224	7744	2304
3	88	40	3520	7744	1600
4	90	44	3960	8100	1936
5	70	48	3360	4900	2304
6	70	32	2240	4900	1024
Σ	528	296	27552	48272	16224
Xr	88	49.3333			
Standar Deviasi (s)	19.0158	18.0074			
Varians (S)	361.6	324.267			
Korelasi (r)	0.87844				

Langkah 4 : Mencari t hitung

3.72029

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

Langkah 6 : Membandingkan t tabel dengan t hitung

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

atau $-1,812 < 3.72029 > 1,812$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima

Langkah 7 : Kesimpulan

H_a : Terdapat perbedaan signifikan antara konsentrasi TSS pada inlet dan outlet
DITERIMA.

H_0 : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada inlet dan outlet DITOLAK.



Frequencies

Statistics

	WAKTU1	INLET1	OUTLET1	WAKTU2	INLET2	OUTLET2	WAKTU3	INLET3	OULET3
N Valid	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Missing	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Frequency Table

WAKTU1

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1	1	5.6	16.7	16.7
	2	1	5.6	16.7	33.3
	3	1	5.6	16.7	50.0
	4	1	5.6	16.7	66.7
	5	1	5.6	16.7	83.3
	6	1	5.6	16.7	100.0
	Total		6	33.3	100.0
Missing	System	12	66.7		
Total		18	100.0		

INLET1

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	100	1	5.6	16.7	16.7
	105	3	16.7	50.0	66.7
	155	1	5.6	16.7	83.3
	185	1	5.6	16.7	100.0
	Total		6	33.3	100.0
Missing	System	12	66.7		
Total		18	100.0		

OUTLET1

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	35	1	5.6	16.7	16.7
	45	1	5.6	16.7	33.3
	50	1	5.6	16.7	50.0
	55	2	11.1	33.3	83.3
	60	1	5.6	16.7	100.0
	Total	6	33.3	100.0	
Missing	System	12	66.7		
Total		18	100.0		




WAKTU2

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1	1	5.6	16.7	16.7
	2	1	5.6	16.7	33.3
	3	1	5.6	16.7	50.0
	4	1	5.6	16.7	66.7
	5	1	5.6	16.7	83.3
	6	1	5.6	16.7	100.0
	Total	6	33.3	100.0	
Missing	System	12	66.7		
Total		18	100.0		

INLET2

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	102	1	5.6	16.7	16.7
	106	1	5.6	16.7	33.3
	110	1	5.6	16.7	50.0
	122	2	11.1	33.3	83.3
	156	1	5.6	16.7	100.0
	Total	6	33.3	100.0	
Missing	System	12	66.7		
Total		18	100.0		

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

No	Tanggal	Catatan Konsultasi	Tanda Tangan	
			Pemb I	Pemb II
	16/10 '06	Identik dgn rubrik Dian		
	1/11 '06	Acc utk seminar Pembicara: Alsyarif		
	21/12 '06	Revisian: - Pembahasan mengenai permulakan membran - Ugn statistik vs mencari titik optima		

OUTLET2

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	47	1	5.6	16.7	16.7
	50	1	5.6	16.7	33.3
	55	1	5.6	16.7	50.0
	63	1	5.6	16.7	66.7
	70	1	5.6	16.7	83.3
	80	1	5.6	16.7	100.0
	Total	6	33.3	100.0	
Missing	System	12	66.7		
Total		18	100.0		

WAKTU3

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1	1	5.6	16.7	16.7
	2	1	5.6	16.7	33.3
	3	1	5.6	16.7	50.0
	4	1	5.6	16.7	66.7
	5	1	5.6	16.7	83.3
	6	1	5.6	16.7	100.0
	Total	6	33.3	100.0	
Missing	System	12	66.7		
Total		18	100.0		

INLET3

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	70	2	11.1	33.3	33.3
	88	2	11.1	33.3	66.7
	90	1	5.6	16.7	83.3
	122	1	5.6	16.7	100.0
	Total	6	33.3	100.0	
Missing	System	12	66.7		
Total		18	100.0		

OULET3

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	32	1	5.6	16.7	16.7
	40	1	5.6	16.7	33.3
	44	1	5.6	16.7	50.0
	48	2	11.1	33.3	83.3
	84	1	5.6	16.7	100.0
	Total	6	33.3	100.0	
Missing	System	12	66.7		
Total		18	100.0		

Descriptives

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
WAKTU1	6	1	6	3.50	1.871
INLET1	6	100	185	125.83	35.555
OUTLET1	6	35	60	50.00	8.944
WAKTU2	6	1	6	3.50	1.871
INLET2	6	102	156	119.67	19.613
OUTLET2	6	47	80	60.83	12.640
WAKTU3	6	1	6	3.50	1.871
INLET3	6	70	122	88.00	19.016
OULET3	6	32	84	49.33	18.007
Valid N (listwise)	6				

T-Test

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	INLET1	125.83	6	35.555	14.515
	OUTLET1	50.00	6	8.944	3.651
Pair 2	INLET2	119.67	6	19.613	8.007
	OUTLET2	60.83	6	12.640	5.160
Pair 3	INLET3	88.00	6	19.016	7.763
	OULET3	49.33	6	18.007	7.351

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	INLET1 & OUTLET1	6	.330	.523
Pair 2	INLET2 & OUTLET2	6	.558	.250
Pair 3	INLET3 & OULET3	6	.878	.021

Paired Samples Test

	Paired Differences						t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference					
				Lower	Upper				
Pair 1	INLET1 - OUTLET1	75.83	33.677	13.749	40.49	111.18	5.516	5	.003
Pair 2	INLET2 - OUTLET2	58.83	16.364	6.680	41.66	76.01	8.807	5	.000
Pair 3	INLET3 - OULET3	38.67	9.180	3.748	29.03	48.30	10.318	5	.000

Oneway

Descriptives

INLET1								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	3	68.33	57.813	33.378	-75.28	211.95	32	135
2	3	55.33	18.583	10.729	9.17	101.50	40	76
3	3	64.67	26.312	15.191	-.70	130.03	48	95
4	3	51.67	6.658	3.844	35.13	68.21	46	59
5	3	50.67	26.764	15.452	-15.82	117.15	22	75
6	3	56.00	16.371	9.452	15.33	96.67	38	70
Total	18	57.78	26.105	6.153	44.80	70.76	22	135

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: INLET1

Tukey HSD

(I) WAKTU1	(J) WAKTU1	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	13.00	24.515	.994	-69.34	95.34
	3	3.67	24.515	1.000	-78.68	86.01
	4	16.67	24.515	.981	-65.68	99.01
	5	17.67	24.515	.976	-64.68	100.01
	6	12.33	24.515	.995	-70.01	94.68
2	1	-13.00	24.515	.994	-95.34	69.34
	3	-9.33	24.515	.999	-91.68	73.01
	4	3.67	24.515	1.000	-78.68	86.01
	5	4.67	24.515	1.000	-77.68	87.01
	6	-.67	24.515	1.000	-83.01	81.68
3	1	-3.67	24.515	1.000	-86.01	78.68
	2	9.33	24.515	.999	-73.01	91.68
	4	13.00	24.515	.994	-69.34	95.34
	5	14.00	24.515	.991	-68.34	96.34
	6	8.67	24.515	.999	-73.68	91.01
4	1	-16.67	24.515	.981	-99.01	65.68
	2	-3.67	24.515	1.000	-86.01	78.68
	3	-13.00	24.515	.994	-95.34	69.34
	5	1.00	24.515	1.000	-81.34	83.34
	6	-4.33	24.515	1.000	-86.68	78.01
5	1	-17.67	24.515	.976	-100.01	64.68
	2	-4.67	24.515	1.000	-87.01	77.68
	3	-14.00	24.515	.991	-96.34	68.34
	4	-1.00	24.515	1.000	-83.34	81.34
	6	-5.33	24.515	1.000	-87.68	77.01
6	1	-12.33	24.515	.995	-94.68	70.01
	2	.67	24.515	1.000	-81.68	83.01
	3	-8.67	24.515	.999	-91.01	73.68
	4	4.33	24.515	1.000	-78.01	86.68
	5	5.33	24.515	1.000	-77.01	87.68

Homogeneous Subsets

INLET1

Tukey HSD^a

WAKTU1	N	Subset for alpha = .05
		1
5	3	50.67
4	3	51.67
2	3	55.33
6	3	56.00
3	3	64.67
1	3	68.33
Sig.		.976

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	WAKTU1 ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: INLET1

Model Summary^a

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.699 ^a	.489	.361	28.425

a. Predictors: (Constant), WAKTU1

b. Dependent Variable: INLET1

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	3088.929	1	3088.929	3.823	.122 ^a
	Residual	3231.905	4	807.976		
	Total	6320.833	5			

a. Predictors: (Constant), WAKTU1

b. Dependent Variable: INLET1

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	172.333	26.462		6.512	.003
	WAKTU1	-13.286	6.795	-.699	-1.955	.122

a. Dependent Variable: INLET1

Residuals Statistics^a

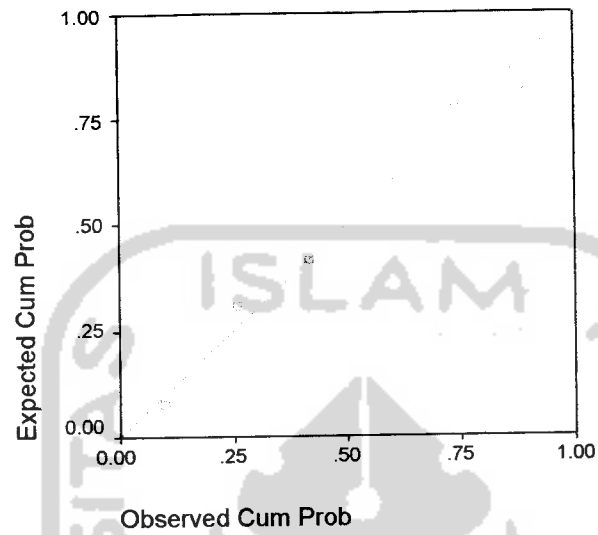
	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	92.62	159.05	125.83	24.855	6
Residual	-40.76	25.95	.00	25.424	6
Std. Predicted Value	-1.336	1.336	.000	1.000	6
Std. Residual	-1.434	.913	.000	.894	6

a. Dependent Variable: INLET1

Charts

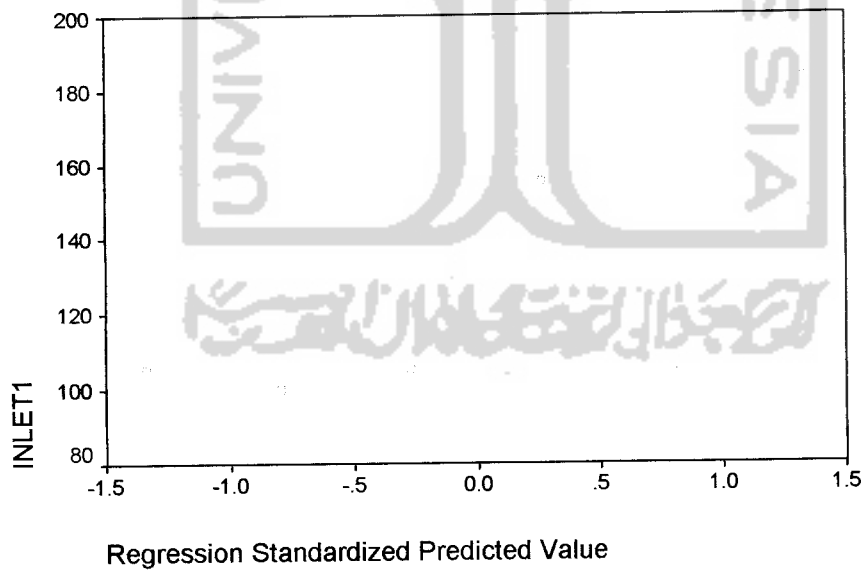
Normal P-P Plot of Regression Standar

Dependent Variable: INLET1



Scatterplot

Dependent Variable: INLET1



Regression

Variables Entered/Removed^d

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	WAKTU ^f	.	Enter

- a. All requested variables entered.
 b. Dependent Variable: OUTLET1

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.657 ^a	.432	.290	7.536

- a. Predictors: (Constant), WAKTU1
 b. Dependent Variable: OUTLET1

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	172.857	1	172.857	3.044	.156 ^a
	Residual	227.143	4	56.786		
	Total	400.000	5			

- a. Predictors: (Constant), WAKTU1
 b. Dependent Variable: OUTLET1

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	61.000	7.015		8.695	.001
	WAKTU1	-3.143	1.801	-.657	-1.745	.156

- a. Dependent Variable: OUTLET1

Residuals Statistics^a

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	42.14	57.86	50.00	5.880	6
Residual	-7.86	8.43	.00	6.740	6
Std. Predicted Value	-1.336	1.336	.000	1.000	6
Std. Residual	-1.043	1.118	.000	.894	6

- a. Dependent Variable: OUTLET1



LABORATORIUM MIKROBIOLOGI
BALAI LABORATORIUM KESEHATAN
YOGYAKARTA

No.Dok : M09/B.K
Halaman: 1 dari 6
halaman
Tgl terbit :
No Revisi: 0
Paraf MT :

METODE UJI

Escherichia coli

RANGKAIAN LINGKUP

Metode uji ini merupakan pemeriksaan bakteri *Escherichia coli* pada contoh uji specimen klinik, seperti faeces, urine, swab genital, swab rectal, dll.

BUKTI

Untuk mengetahui ada tidaknya bakteri *Escherichia coli* terdapat pada contoh uji.

PRINSIP

Pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* ditandai dengan terbentuknya gas dalam tabung Durham setelah diinkubasikan pada $44 \pm 1^\circ\text{C}$ selama 24 – 28 , yang diikuti dengan uji biokimia .

SALAH-SALAH SATU GANGGUAN

- listrik padam
- Suhu incubator tidak stabil
- Adanya kontaminasi

ALAT DAN BAHAN

- Inkubator
- Pipet steril 1 ml, 10 ml
- Lampu spiritus
- Erlenmeyer ukur
- Jarum ose
- Labu Erlenmeyer
- Penangas air 44 – 48
- Mikroskop
- Gelas sediaan
- Tabung Durham
- Petridish

No	Analisis	Paraf	Tgl	Penyelia	Paraf	Tgl	MT	Paraf	
DISIAPKAN				DIPERIKSA			DISETUJUI		



LABORATORIUM MIKROBIOLOGI
BALAI LABORATORIUM KESEHATAN
YOGYAKARTA

No. Dok : M09/B.K

Halaman : 2 dari 6
halaman
Tgl terbit :
No. Revisi : 0
Paraf MT :

METODE UJI

GENSIA

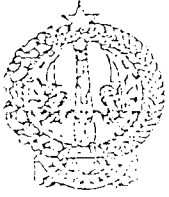
- Lactose Broth (LB)
- Mac Conkey Agar
- Eosin Agar (EA)
- TBX agar plate
- Methyl Red – Voges Proskauer
- Media gula-gula lengkap (glukosa, laktosa, mannitol, maltosa, sukrosa)
- Simon citrat agar (SC)
- Nutrien Agar (NA)
- SIM (Sulfur, Indole, Motility)
- TSIA
- Pereaksi Voges Proskauer
- Pereaksi untuk pewarnaan gram
- Pereaksi indol
- Larutan alfa – naftol
- Larutan Kalium hidroksida

AN PEMERIKSAAN

oh uji berupa spesimen klinik seperti urine, faeces, Rectal swab, secret genital, sputum, dll

A UJI

1. Tanam specimen ke dalam media isolasi MC, TBX, EA dan ke dalam enrichment medium (medium pengkayaan).
2. Inkubasikan ke dalam incubator 35°C selama 28 – 24 jam.
3. Amati koloni tersangka *Escherichia coli* pada setiap penanaman pada media isolasi dengan ciri-ciri berikut:
 - a. MC agar : Koloni *Escherichia coli* berwarna rose, jernih, sedang-besar, tepi tidak rata.



LABORATORIUM MIKROBIOLOGI
BALAI LABORATORIUM KESEHATAN
YOGYAKARTA

No. Dok : M09/B.K
Halaman : 3 dari 6
halaman
Tgl terbit :
No. Revisi : 0
Paraf MT :

METODE UJI

- b. EA : Koloni *Escherichia coli* berwarna merah gilap logam, sedang-besar, cembung.
- c. TBX agar : Koloni *Escherichia coli* berwarna hijau, sedang-besar, cembung
4. Apabila tidak ada koloni tersangka, ulangi penanaman dari media enrichment (pengkayaan) ke media isolasi
5. Tanam pada NA miring dalam tabung , kemudian inkubasikan pada 35°C selama 18 – 24 jam dan pada waktu yang sama lakukan pewarnaan gram sebagai berikut.
 - a. Buat sediaan di atas kaca alas, keringkan udarakan dan fiksasi dengan panas.
 - b. Warnai sediaan dengan kristal violet-amonium oxalat selama 1 menit.
 - c. Cuci dengan air mengalir dan tiriskan
 - d. Genangi dengan larutan lugol (gram lodin) selama 1 menit. Cuci dengan air mengalir dan tiriskan.
 - e. Genangi dengan alcohol 96% selama 30 detik, cuci dengan air mengalir, lalu tiriskan.
 - f. Genangi dengan Hucker's counterstain (larutan safranin) selama 10 – 30 detik, kemudian cuci dengan air mengalir dan tiriskan.
 - g. Serap dengan kertas saring sisa cairan yang masih basah kemudian keringkan .
 - h. Amati di bawah mikroskop
6. Lakukan pengujian biokimia dengan menanam pada media berikut.
 - a. Media gula-gula (Glukosa, laktosa, maltosa, mannitol, maltosa)
Dari biakan murni nutrien agar miring diinokulasikan satu ose biakan ke dalam media gula-gula, kemudian diinkubasikan pada 35±1°C selama 18-24 jam. Amati ada tidaknya perubahan warna yang terjadi, warna kuning menunjukkan hasil positif fermentasi dan tidak perubahan warna merupakan reaksi negatif.



METODE UJI

b. SIM (sulfur, indol, motility)

Dari biakan murni nutrien agar miring diinokulasikan satu ose biakan ke dalam media SIM , kemudian diinkubasikan pada $35\pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 18-24 jam.

Tambahkan reagen indol sebanyak 0,2-0,3 ml ke dalam masing-masing tabung dan kocok selama 10 menit.

Wana merah tua pada permukaan menunjukkan hasil indol positif ,sedangkan warna jingga menunjukkan hasil indol negatif.

Amati ada tidaknya warna hitam dalam media SIM. Jika terdapat warna hitam merupakan hasil sulfur positif dan sebaliknya.

Amati gerak pada media SIM, jika terdapat kekeruhan yang menyebar

c. Uji Merah metil (Metyl red)

Dari biakan murni nutrien agar miring diinokulasikan satu ose biakan ke dalam media MR-VP , kemudian diinkubasikan pada $35\pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 48 jam.

Dengan menggunakan pipet steril, pindahkan sebanyak 5 ml biakan dari media MR_VP ke dalam tabung reaksi .

Tambahkan 5 tetes reagen merah metil dan kocok.

Warna kuning menunjukkan hasil negatif, sedangkan warna merah menunjukkan hasil positif.

d. Uji VP

Dari biakan murni nutrien agar miring diinokulasikan satu ose biakan ke dalam media MR-VP , kemudian diinkubasikan pada $35\pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 48 jam

Dengan menggunakan pipet steril, pindahkan sebanyak 1 ml biakan dari media MR_VP ke dalam tabung reaksi.

Tambahkan reagen alfa-naftol 1 ml dan kalium hidroksida , kemudian kocok

Diamkan selama 2 - 4 jam .



LABORATORIUM MIKROBIOLOGI
BALAI LABORATORIUM KESEHATAN
YOGYAKARTA

No Dok : M09/B K
Halaman : 5 dari 6
halaman
Tgl terbit :
No Revisi : 0
Paraf MT :

METODE UJI

Warna merah jingga menunjukkan hasil positif, sedangkan jika tidak ada perubahan warna menunjukkan hasil negatif.

e. TSIA

Inokulasikan koloni tersangka *Escherichia coli* dari NA ke media TSIA dengan cara menggoreskan di atas kemiringan kemudian ditusukkan dari ujung sampai dasar media. Inkubasikan pada $36 \pm 1^\circ\text{C}$ selama 18 - 24 jam. Amati perubahan yang terjadi pada bagian kemiringan dan bagian pangkal media.

f. Uji Sitrat

Dari biakan murni nutrisi agar miring diinokulasikan satu ose biakan ke dalam media *simon sitrat* atau *koser, s sitrat*, kemudian diinkubasikan pada $35 \pm 1^\circ\text{C}$ selama 48 - 96 jam.

Warna biru menunjukkan reaksi positif dan warna hijau menunjukkan reaksi negatif (seperti warna simon sitrat).

Sedangkan jika ada kekeruhan pada media koser, s sitrat menunjukkan hasil positif dan sebaliknya.

IBACAAN DAN INTERPRETASI HASIL

Semua hasil dicatat dan dicocokkan dengan kunci identifikasi *Escherichia coli*.

Uji Biokimia	Hasil	Keterangan
1. Glukosa	Positif	Fermentatif
2. Laktosa	Positif	Fermentatif
3. Mannitol	Positif	fermentatif
4. Maltosa	Positif	Fermentatif
5. Sukrosa	Positif/Negatif	Fermentatif/ tidak
6. Citrat	Negatif	Menggunakan citrate sebagai sumber karbon
6. MR	Positif	
7. VP	Positif	
8. TSIA	k k	Terjadi fermentasi di lewreng dan dasar
9. Motility	Negatif, positif	Bergerak aktif/pasif



LABORATORIUM MIKROBIOLOGI
BALAI LABORATORIUM KESEHATAN
YOGYAKARTA

No. Dok : M09/B K
Halaman : 6 dari 6
halaman
Tgl terbit :
No. Revisi : 0
Paraf/MT :

METODE UJI

10. BATAS DETEKSI

11. PELAPORAN

Hasil dilaporkan ada tidaknya *Escherichia coli*.

12. DEFINISI

1. Isolasi adalah pengucilan atau penyendirian suatu organisme dari kelompok lainnya.
2. Identifikasi adalah memberi nama suatu organisme berdasarkan ciri-ciri dengan mencocokkan kunci identifikasi

13. ACUAN

1. Dewan standarisasi Nasional – DSN. Cara Uji Cemaran Mikrobial. SNI 19-2897-1992.
2. Grenberg, et.al. Standard Methode APHA AWWA WEF, Edisi 18. 1992.
3. J.Vandepitte,et.al. Basic Laboratory Procedures in Clinical Bacteriology.WHO, Genewa. 1991
4. Makoto Ohashi,et.al. Manual for The Dagnosis of Bacterial Food Poisoning and the Assesment of The Sanitary Quality of Food. Seamic Publication. Tokyo.2000.
5. Modul Pelatihan Dokumen Sistem Mutu. Bappedalda Yogyakarta. 2002.
6. Patrick R.Murray, et.al. Manual of Clinical Microbiology.American Society for Microbiology. 7th. 1999..
7. Soemarno. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Klinik. Yogyakarta. 2000.

LAMPIRAN 1
 PERATURAN MENTERI KESEHATAN RI
 NOMOR: 416/MENKES/PER/IX/1990
 DAFTAR PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM

No	Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan	keterangan
1	2	3	4	5
	A. FISIKA			
1.	Bau	-	-	Tidak berbau
2.	Jumlah zat padat terlarut (TDS)	mg/L	1000	-
3.	Kekeruhan	Skala NTU	5	Tidak terasa
4.	Rasa	-	-	-
5.	Suhu	°C	Suhu Udara ± 3°C	-
6.	Warna	SkalaTCU	15	-
	B. KIMIA			
	a. Kimia Anorganik			
1	Air Raksa	mg/L	0.001	
2	Alumunium	mg/L	0.2	
3	Arsen	mg/L	0.05	
4	Barium	mg/L	1.0	
5	Besi	mg/L	0.3	
6	Fluorida	mg/L	1.5	
7	Kadmium	mg/L	0.05	
8	Kesadahan(CaCO ₃)	mg/L	500	
9	Klorida	mg/L	250	
10	Kromium, Valensi 6	mg/L	0.05	
11	Mangan	mg/L	0.1	
12	Natrium	mg/L	200	
13	Nitrat, sebagai N	mg/l.	10	
14	Nitrat, sebagai N	mg/L	1.0	
15	Perak	mg/L	0.05	
16	PH	-	6,5-8,5	
17	Selenium	mg/L	0.01	Menupakan batas minimum dan maksimum
18	Seng	mg/L	5.0	
19	Sianida	mg/L	0.1	
20	Sulfat	mg/L	400	
21	Sulfida (sebagai H ₂ S)	mg/L	0.05	
22	Tembaga	mg/L	1.0	
23	Timbal	mg/L	0.05	
	b. Kimia Organik			
1	Aldrin dan Dieldrin	mg/L	0.0007	
2	Benzena	mg/L	0.01	
3	Benzo(a) Pyrene	mg/L	0.00001	
4	Chlordane(Total Isomer)	mg/L	0.0003	
5	Chlorofora	mg/L	0.3	
6	2-4-D	mg/L	0.10	
7	DDT	mg/L	0.03	
8	Detergent	mg/L	0.05	
9	1,2-Dicloroethane	mg/l.	0.01	

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
1	2	3	4	5
10	1,1-Dicloroethane	mg/L	0.0003	
11	Heptachlor Epoxide	mg/L	0.003	
12	Hexachloro Benzene	mg/L	0.0001	
13	Gamma-HCH(Lindane)	mg/L	0.004	
14	Methoxychlor	mg/L	0.03	
15	Pentachlorophenol	mg/L	0.01	
16	Pestisida Total	mg/L	0.10	
17	2,4,6-Trichloro Phenol	mg/L	0.01	
18	Zat organik(KmnO ₄)	mg/L	10	
C. MIKROBIOLOGIK				
1	Koliform Tinja	Jumlah per 100 ml	0	90% dari sampel yang diperiksa selama 1 tahun
2	Total Koliform	Jumlah per 100 ml	0	kadang kadang boleh ada
D. RADIOAKTIFITAS				
1	Aktivitas Alpha(Gross Alpha Activity)	Bq/L	0.1	ada
2	Aktivitas Beta(Gross Beta Activity)	Bq/L	1.0	3/100 ml sampel air, tetapi tidak berturut turut

Keterangan :

mg : Miligram

ml : Mililiter

L : Liter

Bq : Bequerel

NTU : Nephelometrik turbidity units

TCU : true colour units

Logam berat merupakan logam terlarut

Ditetapkan di Jakarta
 Pada tanggal 3 September 1990
 MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
 Ttd
 Dr. ADHYATMA, MPH.

PERHITUNGAN BACTERI COLIFORM, COLIFORM TINJA, ESCHERICHIA COLI DENGAN METHODE MOST PROBABLE NUMBER (M P N)

SPECIMEN :

Makanan, minuman, air.

DIFINISI :

- * Most probable number = perkiraan terdekat jumlah.
- * Bacteri coliform = bakteri golongan coli, yang ditandai dengan kemampuan bakteri itu menguraikan lactose menjadi asam dan gas di dalam media Brilliant green lactose bile broth pada inkubasi suhu 37° C 48 jam.
Contoh : Genus Klebsiella, Genus Enterobacter, Genus Eschericia.
- * Coliform tinja = coliform yang mampu tumbuh pada 44,5° C 24 jam.
- * Escherichia coli = Gram (-) batang yang menguraikan lactose sampai dengan gas, memproduksi indol, Simmon's citrate negatif.

CARA PEMERIKSAAN :

A. Persiapan specimen :

- * Untuk specimen yang padat atau cair tapi pekat, dilarutkan dulu dengan aquadest atau air garam steril atau Quarter strength Ringer solution.
10 gram atau 10 cc specimen ditambah aquadest steril atau lainnya sampai 100 cc.
- * Sedangkan specimen cair dapat langsung diperiksa.

B. Ragam LB yang digunakan :

1. Ragam I : 5 X 10 ml, 1 X 1 ml, 1 x 0,1 ml.

Untuk specimen yang sudah diolah atau yang angka kumannya diperkirakan rendah.

a. Specimen cair atau yang dilarutkan ditanam didalam :

- 5 tabung Lactose broth Triple strength masing-masing 10 ml.
- 1 tabung Lactose broth single strength, 1 ml.
- 1 tabung Lactose broth single strength, 0,1 ml.

Masuk inkubator 37° C 48 jam.

b. Tiap-tiap tabung Lactose broth (LB) yang menunjukkan positif gas, ditanam kedalam Brilliant green lactose bile broth (BGLB).

Masuk inkubator 37° C 48 jam.

c. Dibaca dan dicatat BGLB yang menunjukkan positif gas, masing-masing ditanam Mac Conkey agar/Endo agar/Eosin Methylen Blue agar/Tergitol 7 agar plate, Masuk inkubator 37° C 24 jam.

Untuk mendapatkan index MPN coliform, digunakan tabel MPN berdasarkan tabung-tabung BGLB positif gas.

d. Koloni yang tersangka E. coli ditanam pada SIM/MIO/MIU (untuk mengetahui produksi indol) dan Simmon's citrate (untuk mengetahui kemampuan bakteri dengan citrate sebagai sumber carbon) serta TSI agar.

Masuk inkubator 37° C 24 jam.

e. Dibaca dan dicatat pertumbuhan pada media TSI, SIM dan SC untuk memastikan apakah E. coli atau bukan. Kemudian dicari pada tabel MPN untuk menentukan index MPN E. coli.

2. Ragam II : 5 X 10 ml, 5 X 1 ml, 5 X 0,1 ml.

Untuk specimen yang belum diolah atau yang angka kumannya diperkirakan tinggi. Kalau perlu penanaman dapat dilanjutkan dengan 5 X 0,01 ml dst.

Yang biasa diperiksa dengan cara ini ialah sumur, gali, air mata air, air hujan, air sungai, air kolam renang dsb.

a. Specimen air tanpa diencerkan ditanam didalam media :

- 5 tabung LB triple strength masing-masing 10 ml.
- 5 tabung LB single strength masing-masing 1 ml.
- 5 tabung LB single strength masing-masing 0,1 ml.

Masuk inkubator 37° C 48 jam.

b. LB yang positif gas ditanam didalam BGLB masing-masing 2 tabung.

Satu seri BGLB diinkubasikan 37° C 48 jam dan satu seri BGLB yang lain diinkubasikan 44 - 44,5° C 24 jam.

c. Pada waktunya dibaca dan dicatat berapa tabung BGLB yang (+) gas dari masing-masing kelompok penanaman. Angka-angka yang diperoleh dicocokkan dengan tabel MPN untuk memperoleh index MPN coliform (inkubasi 37° C 48 jam) dan index MPN coliform tinja (inkubasi 44 - 44,5° C 24 jam).

3. *Ragam III* : 3 X 10 ml, 3 X 1 ml, 3 X 0,1 ml.

Adalah ragam alternatif untuk ragam II, apabila jumlah tabung terbatas, begitu pula persediaan media juga terbatas.

Cara pelaksanaannya seperti ragam II.

C. CONTOH PEMBACAAN HASIL :

Ragam I :

Tabung 5 X 10 ml, BGLB (+) gas : 3)

Tabung 1 X 1 ml, BGLB (+) gas : 1) Index MPN : 12.

Tabung 1 X 0,1 ml, BGLB (+) gas : 0)

Ragam II :

Tabung 5 X 10 ml, BGLB (+) gas : 2)

Tabung 5 X 1 ml, BGLB (+) gas : 1) Index MPN : 9.

Tabung 5 X 0,1 ml, BGLB (+) gas : 1)

Ragam III :

Tabung 3 X 10 ml, BGLB (+) gas : 3)

Tabung 3 X 1 ml, BGLB (+) gas : 2) Index MPN : 95.

Tabung 3 X 0,1 ml, BGLB (+) gas : 1)

CATATAN :

* Apabila dalam pembacaan BGLB, semua tabung menunjukkan hasil (+) gas, penanaman dapat diteruskan dengan mengencerkan specimen 10X atau 100X lebih rendah dari pada ragam LB yang sudah dikerjakan.

Hasil MPN yang diperoleh dikalikan dengan 10 X atau 100 X.

* Penghitungan index MPN dapat pula dilakukan dengan formula Thomas :

$$(A + B + C) \times (\sqrt{(S \times N)})^{-1} \times 100 = \dots\dots\dots$$

A = jumlah tabung (+) gas penanaman kelompok pertama.

B = jumlah tabung (+) gas penanaman kelompok kedua.

C = jumlah tabung (+) gas penanaman kelompok ketiga.

S = jumlah ml sampel yang ditanam.

N = jumlah ml sampel yang negatif.

* Contoh untuk Ragam III :

$$(3 + 2 + 1) \times (\sqrt{(33,3 \times 1,2)})^{-1} \times 100 = 94,91.$$

* Sisa pengenceran pada pemeriksaan angka kuman dapat digunakan untuk pemeriksaan MPN.

PERHITUNGAN BACTERI ENTEROPATHOGENIC DAN BACTERI INDICATOR DI DALAM MAKANAN DENGAN METHODE PLATE

A. BACTERI YANG DIHITUNG :

1. *Bacteri indicator* :

- Coliform
- Escherichia coli
- Enterococci

2. *Bacteri enteropathogenic* :

- Vibrio parahaemolytica
- Staphylococcus aureus
- Bacillus cereus
- Clostridium perfringens

3. Mould & Yeast (kapang dan khamir)

B. PENGENCERAN SAMPEL :

Dilakukan seperti pada pemeriksaan angka kuman, atau sisa pengenceran untuk angka kuman boleh juga digunakan.

C. 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, diamkan diatas meja sampai agar-agarnya 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.

D. PERHITUNGAN 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

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	718
							Σ 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 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	
4	0	0	14	5	0	0	29
4	0	1	17	5	0	1	35
4	0	2	21	5	0	2	41
4	0	3	24	5	0	3	47
4	0	4	28	5	0	4	53
4	0	5	31	5	0	5	60
4	1	0	18	5	1	0	38
4	1	1	21	5	1	1	45
4	1	2	25	5	1	2	52
4	1	3	28	5	1	3	59
4	1	4	32	5	1	4	66
4	1	5	36	5	1	5	74
4	2	0	22	5	2	0	50
4	2	1	26	5	2	1	58
4	2	2	29	5	2	2	67
4	2	3	33	5	2	3	75
4	2	4	37	5	2	4	84
4	2	5	41	5	2	5	93
4	3	0	27	5	3	0	68
4	3	1	30	5	3	1	78
4	3	2	34	5	3	2	89
4	3	3	38	5	3	3	100
4	3	4	42	5	3	4	111
4	3	5	46	5	3	5	123
4	4	0	32	5	4	0	99
4	4	1	36	5	4	1	113
4	4	2	40	5	4	2	130
4	4	3	44	5	4	3	147
4	4	4	48	5	4	4	166
4	4	5	53	5	4	5	188
4	5	0	37	5	5	0	190
4	5	1	42	5	5	1	233
4	5	2	46	5	5	2	294
4	5	3	50	5	5	3	390
4	5	4	55	5	5	4	494
4	5	5	59	5	5	5	71898

3.5.5 Perhitungan

Rumus yang digunakan dalam perhitungan ialah :

$$\text{mg/L residu total} = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{mL contoh}} \dots \dots \dots (4)$$

dengan penjelasan :

A = Berat cawan berisi residu dalam mg

B = Berat cawan kosong dalam mg

3.6 Residu Tersuspensi

3.6.1 Prinsip Kerja

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

3.6.2 Gangguan

Gangguan yang terdapat dalam analisis ialah :

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

3.6.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan ialah:

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

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

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

3.6.5 Perhitungan

Rumus yang digunakan dalam perhitungan ialah :

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

dengan penjelasan :

A = Berat kertas saring berisi residu tersuspensi, dalam mg
B = Berat kertas saring kosong, dalam mg

3.7 Residu Terlarut

3.7.1 Prinsip Kerja

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

3.7.2 Gangguan

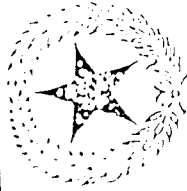
Beberapa gangguan pengujian antara lain :

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

3.7.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah :

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



UNIVERSITAS ISLAM SUMATERA UTARA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

NOMOR 82 TAHUN 2001

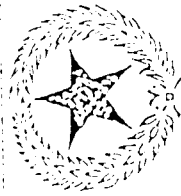
TANGGAL 14 Februari 2001

TENTANG PENGHITUNGAN KUALITAS AIR DAN

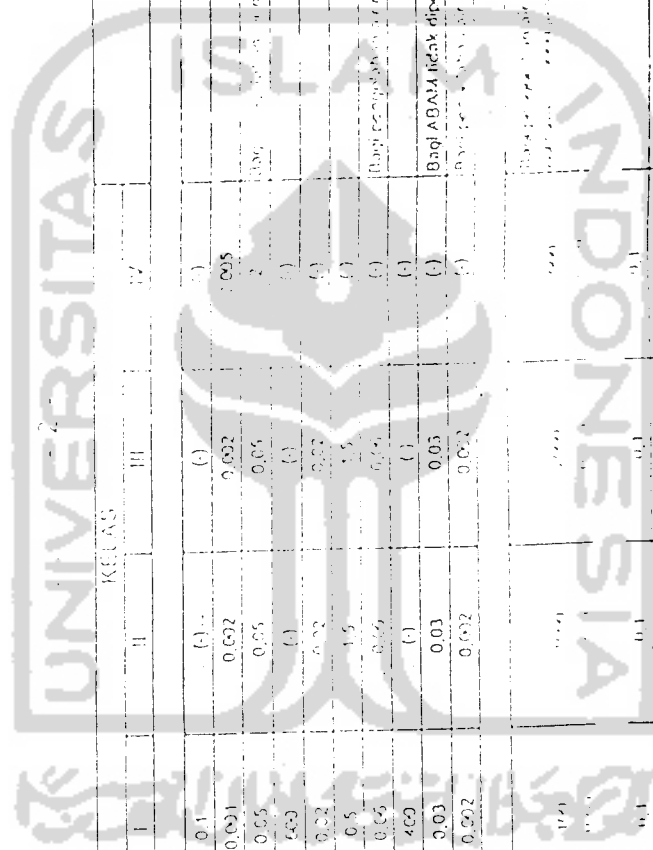
KEBERSIHAN LINGKUNGAN PERMUKAAN AIR

Kelembutan Mutu Air Berdasarkan Kolam

PARAMETER	SATUAN				Keterangan
	I	II	III	IV	
Temperatur	deviasi 3	deviasi 3	deviasi 3	deviasi 3	
	1000	1000	1000	2000	Deviasi temperatur dan keasaman alamiahnya
Keasaman Total/ardul	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
Keasaman Tersuspensi	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	Deviasi keasaman tersuspensi konvensional, residu tersuspensi ≤ 5000 mg/L
UNDA ORGANIK					
BOD	6-9	6-9	6-9	5-9	Agaknya keasaman alamiah (diukur setelah 5 hari) tersebut, maka dilakukan berdasarkan kondisi alamiah
	2	3	6	12	
COD	10	25	50	100	
DO	6	4	3	0	Angka batas minimum
Total fosfat sbg P	0,2	0,2	1	5	
NO ₃ sebagai N	10	10	20	20	
NH ₃ -N	0,5	(-)	(-)	(-)	Bagi Perikanan, kandungan amonia bebas untuk ikan yang peka $\leq 0,02$ mg/L sebagai NH ₃
Arsen	0,05	1	1	1	
Kobalt	0,2	0,2	0,2	0,2	
Barium	1	(-)	(-)	(-)	
Boron	1	1	1	1	
Selenium	0,01	0,05	0,05	0,05	
Kadmium	0,01	0,01	0,01	0,01	
Kromium (VI)	0,05	0,05	0,05	1	
Tembaga	0,02	0,02	0,02	0,2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Cu ≤ 1 mg/L
Besi	0,3	(-)	(-)	(-)	Untuk keperluan kesehatan



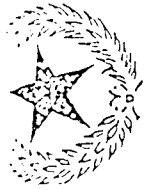
PRESIDEN
REPUBLIC INDONESIA



PARAMETER	SATUAN	KELAS			Keterangan
		I	II	III	
FISIKA					
Manisan	mg/L	0.1	(-)	(-)	(-)
Asam Batang	mg/L	0.031	0.032	0.032	1005
Garam	mg/L	0.05	0.05	0.05	2
Asam O	mg/L	0.03	(-)	(-)	(-)
Gula A	mg/L	0.02	0.02	0.02	(-)
Asam A	mg/L	0.5	1.5	1.5	(-)
Asam B	mg/L	0.05	0.05	0.05	(-)
Sulfat	mg/L	400	(-)	(-)	(-)
Klorin bebas	mg/L	0.03	0.03	0.03	(-)
Asam organik	mg/L	0.02	0.02	0.02	(-)
MIKROBIOLOGI					
Escherichia coli	koloni/ml	100	100	100	100
Salmonella	koloni/ml	10	10	10	10
Staphylococcus aureus	koloni/ml	10	10	10	10
Yeast	koloni/ml	10	10	10	10
Gross- II					
KIMIA ORGANIK					
Hinyak dan Lemak	ug/L	1000	1000	1000	(-)
Detergen sebanyak mungkin	ug/L	200	200	200	(-)
Senyawa Fenol	ug/L	1	1	1	(-)
sebagai fenol	ug/L	210	210	210	(-)
BHC	ug/L	17	(-)	(-)	(-)
Aldrin Dieldrin	ug/L	3	(-)	(-)	(-)
Chlordane	ug/L	2	2	2	2
DDT	ug/L	2	2	2	2

Barq ADAM tidak dipertalikan
Barq ADAM tidak dipertalikan secara konvensional, S sebanyak 14,5 < 0,1 mg/L

Barq ADAM tidak dipertalikan secara konvensional, Barq ADAM tidak dipertalikan secara konvensional, Barq ADAM tidak dipertalikan secara konvensional



PRESIDEN
REPUBLIK INDONESIA

- 3 -

PARAMETER	SATUAN	KELAS				Keterangan
		I	II	III	IV	
1. Temperatur	°C	18	(-)	(-)	(-)	
2. pH	ug/L	56	(-)	(-)	(-)	
3. DO	ug/L	35	(-)	(-)	(-)	
4. BOD	ug/L	1	4	4	4	
5. COD	ug/L	5	(-)	(-)	(-)	

MBAS = Methylone Blue Active Substance
 Alat ukur suhu = termometer
 Alat ukur pH = pH meter
 Alat ukur DO = DO meter
 Alat ukur BOD = BOD incubator
 Alat ukur COD = COD digester
 BOD = Biological Oxygen Demand
 COD = Chemical Oxygen Demand
 DO = Dissolved Oxygen
 pH = Potential Hydrogen
 Temperatur = Temperature
 Tanda (+) menyatakan bahwa untuk kelas maksimum, parameter tersebut tidak dipersyaratkan
 Tanda (-) menyatakan bahwa untuk kelas minimum, parameter tersebut tidak dipersyaratkan

PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA
 ltd
 MEGAWATI SOEKARNOFUJRI

Salinan sesuai dengan aslinya
 Deputi Sekretaris Kabinet
 Bidang Hukum dan Perundang-undangan,



**Keputusan Menteri Tanggal 29 Juli 2002 Permenkes
No.907/menkes/sk/VII/2002, Tentang Syarat-Syarat Dan Pengawasan
Kualitas Air Minum**

PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM

1. BAKTERIOLOGIS

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Ket.
1	2	3	4
a. Air Minum			
E. Coli atau fecal coli	Jumlah per 100 ml sampel	0	
b. Air yang masuk sistem distribusi			
E. Coli atau fecal coli	Jumlah per 100 ml sampel	0	
Total Bakteri Coliform	Jumlah per 100 ml sampel	0	
c. Air pada sistem distribusi			
E. Coli atau fecal coli	Jumlah per 100 ml sampel	0	
Total Bakteri Coliform	Jumlah per 100 ml sampel	0	

2. KIMIA

A. Bahan-bahan inorganik (yang memiliki pengaruh langsung pada kesehatan)

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Ket.
1	2	3	4
Antimony	(mg/liter)	0,05	
Air raksa	(mg/liter)	0,001	
Arsenic	(mg/liter)	0,01	
Barium	(mg/liter)	0,5	
Boron	(mg/liter)	0,5	
Cadmium	(mg/liter)	0,003	
Kromium	(mg/liter)	0,05	
Tembaga	(mg/liter)	2	
Sianida	(mg/liter)	0,07	
Fluoride	(mg/liter)	1,5	
Timah	(mg/liter)	0,01	
Molibdenum	(mg/liter)	0,07	
Nikel	(mg/liter)	0,02	
Nitrat (sebagai NO ₃)	(mg/liter)	50	

Nitrit (sebagai NO ₂)	(mg/liter)	3	
Selenium	(mg/liter)	0.01	

B. Bahan-bahan inorganik (yang kemungkinan dapat menimbulkan keluhan pada konsumen)

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Ket.
1	2	3	4
Ammonia	mg/l	1.5	
Aluminium	mg/l	0.2	
Chloride	mg/l	250	
Copper	mg/l	1	
Kesadahan	mg/l	500	
Hidrogen Sulfide	mg/l	0.05	
Besi	mg/l	0.2	
Mangan	mg/l	0.1	
pH		6.5 - 8.5	
Sodium	mg/l	200	
Sulfate	mg/l	250	
Padatan terlarut	mg/l	1000	
Senyawa	mg/l		

C. Bahan-bahan organik (yang memiliki pengaruh langsung pada kesehatan)

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Ket.
1	2	3	4
Chlorinate alkanes			
carbon tetrachloride	mg/liter	10	
Chloromethane	mg/liter	10	
1,2-dichloroethane	mg/liter	10	
1,1,1-trichloroethane	mg/liter	10	
Chlorinated ethenes			
vinyl chloride	mg/liter	10	
1,1-dichloroethane	mg/liter	10	
1,2-dichloroethene	mg/liter	10	
Trichloroethene	mg/liter	10	
Tetrachloroethene	mg/liter	10	
Benzene	mg/liter	10	
Toluene	mg/liter	200	
Xylenes	mg/liter	500	
benzo[a]pyrene	mg/liter	0.1	
Chlorinated benzenes			
Monochlorobenzene	(µg/liter)	200	

1,2 -dichlorobenzene	($\mu\text{g/liter}$)	1000	
1,4 -dichlorobenzene	($\mu\text{g/liter}$)	300	
Trichlorobenzenes (total)	($\mu\text{g/liter}$)	20	
Lain-lain			
di(2-ethylhexyl)adipate	($\mu\text{g/liter}$)	80	
di(2-ethylhexyl)phthalate	($\mu\text{g/liter}$)	8	
Acrylamide	($\mu\text{g/liter}$)	0.5	
Epichlorohydrin	($\mu\text{g/liter}$)	0.4	
Hexachlorobutadiene	($\mu\text{g/liter}$)	0.6	
edetic acid (EDTA)	($\mu\text{g/liter}$)	200	
Nitriloacetic acid	($\mu\text{g/liter}$)	200	
Tributyltin oxide	($\mu\text{g/liter}$)	2	

D. Bahan-bahan organik (yang kemungkinan dapat menimbulkan keracunan pada konsumen)

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Ket.
	2	3	4
Toluene	$\mu\text{g/l}$	24-170	
Xylene	$\mu\text{g/l}$	10-1800	
Ethylbenzene	$\mu\text{g/l}$	300	
Styrene	$\mu\text{g/l}$	1-100	
Monochlorobenzene	$\mu\text{g/l}$	10-12	
1,2 -dichlorobenzene	$\mu\text{g/l}$	1-2	
1,4 -dichlorobenzene	$\mu\text{g/l}$	1-30	
Trichlorobenzenes (total)	$\mu\text{g/l}$	8-80	
2 -chlorophenol	$\mu\text{g/l}$	200-1000	
2,4 -dichlorophenol	$\mu\text{g/l}$	10-30	
2,4,6 -trichlorophenol	$\mu\text{g/l}$	1-100	

E. Pestisida

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Ket.
	2	3	4
Alachlor	($\mu\text{g/liter}$)	20	
Aldicarb	($\mu\text{g/liter}$)	10	
aldrin/dieldrin	($\mu\text{g/liter}$)	0.03	
Atrazine	($\mu\text{g/liter}$)	2	
Bentazone	($\mu\text{g/liter}$)	30	
Carbofuran	($\mu\text{g/liter}$)	5	
Chlordane	($\mu\text{g/liter}$)	0.2	
Chlorotoluron	($\mu\text{g/liter}$)	30	
DDT	($\mu\text{g/liter}$)	2	

1,2-dibromo-3-chloropropane	($\mu\text{g/liter}$)	1	
2,4-D	($\mu\text{g/liter}$)	30	
1,2-dichloropropane	($\mu\text{g/liter}$)	20	
1,3-dichloropropane	($\mu\text{g/liter}$)	20	
Heptachlor and	($\mu\text{g/liter}$)	0.03	
Heptachlor epoxide			
Hexachlorobenzene	($\mu\text{g/liter}$)	1	
Isoproturon	($\mu\text{g/liter}$)	9	
Lindane	($\mu\text{g/liter}$)	2	
MCPA	($\mu\text{g/liter}$)	2	
Molinate	($\mu\text{g/liter}$)	6	
Pendimethalin	($\mu\text{g/liter}$)	20	
Pentachlorophenol	($\mu\text{g/liter}$)	9	
Permethrin	($\mu\text{g/liter}$)	20	
Propanil	($\mu\text{g/liter}$)	20	
Pyridate	($\mu\text{g/liter}$)	100	
Simazine	($\mu\text{g/liter}$)	7	
Trifluralin	($\mu\text{g/liter}$)	26	
Chlorophenoxy herbicides selain 2,4-D dan MCPA			
2,4-DB	($\mu\text{g/liter}$)	90	
Dicloroprop	($\mu\text{g/liter}$)	100	
Penoxon	($\mu\text{g/liter}$)	9	
Meoprop	($\mu\text{g/liter}$)	10	
2,4,5-T	($\mu\text{g/liter}$)	9	
Monochloramine di- and trichloramine	($\mu\text{g/liter}$)	200	
Chlorine	($\mu\text{g/liter}$)	200	
Bromine	($\mu\text{g/liter}$)	100	
Chlorite	($\mu\text{g/liter}$)	100	
2,3,6-trichlorophenol	($\mu\text{g/liter}$)	100	
Formaldehyde	($\mu\text{g/liter}$)	100	
Bromoform	($\mu\text{g/liter}$)	100	
Dibromochloromethane	($\mu\text{g/liter}$)	100	
Bromodichloro-methane	($\mu\text{g/liter}$)	60	
Chloroform	($\mu\text{g/liter}$)	200	
Chlorinated acetic acids			
Dichloroacetic acid	($\mu\text{g/liter}$)	50	
Trichloroacetic acid	($\mu\text{g/liter}$)	100	
Chloral Hydrate			
(Trichloroacetaldehyde)	($\mu\text{g/liter}$)	10	
Dichloroacetonitrile	($\mu\text{g/liter}$)	90	

Dibromoacetonitrile	($\mu\text{g/liter}$)	100	
Trichloroacetonitrile	($\mu\text{g/liter}$)	1	
Cyanogen chloride (sebagai CN)	($\mu\text{g/liter}$)	70	
	($\mu\text{g/liter}$)	25	

3 RADIOAKTIFITAS

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Ket.
1	2	3	4
Gross alpha activity	Bq/liter	0.1	
Gross beta activity	Bq/liter	1	

4 FISIK

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Ket.
1	2	3	4
Parameter Fisik			
Warna	TCU	15	
Rasa dan bau			Tidak berbau dan berasa
Suhu	$^{\circ}\text{C}$	suhu udara $\pm 3^{\circ}\text{C}$	
Kekekulan	NTU	15	

MENTORIKESHA ANRI

nd.

DI ACEH YAD SUJUDI



**PELAKSANAAN PENGAWASAN INTERNAL KUALITAS AIR
OLEH PENGELOLA AIR MINUM**

Untuk menjamin kualitas air minum yang diproduksinya, Pengelola wajib mengadakan pengawasan secara terus-menerus dan berkesinambungan agar air yang diproduksi terjamin kualitasnya. Untuk ini perlu pemeriksaan internal beberapa parameter yang frekuensinya tergantung dari besarnya volume air yang diproduksi. Pengelola penyediaan air minum melalui sistem perpipaan

No. Prod. No. MS (di cabang)	Test untuk memonitor desinfeksi pada setiap reservoir/stasiun Distribusi (1) (3)	Test untuk memonitor pada jaringan pipa	Test untuk setiap reservoir dalam TX per minggu	Test minimal untuk air baku minimal TX per tahun menurut mesin
200000 MS	Sisa Chlorin minimal TX	1. pH 2. Suhu 3. Alkalinitas 4. Kesadahan Total 5. Sisa Chlorin 6. Sisa Chlorin 7. Sisa Chlorin 8. Sisa Chlorin	1. pH 2. Suhu 3. Alkalinitas 4. Kesadahan Total 5. CO ₂ 6. Suhu 7. Sisa Chlorin 8. Sisa Chlorin	1. Total coliform
200000 N1	Sisa Chlorin minimal TX per hari	1. pH 2. Suhu 3. Alkalinitas 4. Kesadahan Total 5. CO ₂ 6. Sisa Chlorin 7. Sisa Chlorin 8. Sisa Chlorin	1. pH 2. Suhu 3. Alkalinitas 4. Kesadahan Total 5. CO ₂ 6. Sisa Chlorin 7. Sisa Chlorin 8. Sisa Chlorin	10. Besi, mangan, dan tembaga masalah

- Keterangan
- (1) Untuk memastikan efisiensi proses khlorinasi melalui distribusi
 - (2) Untuk pemerit san airin sisa Chlorin dapat diukur seagian dengan pengukuran ORP, hanya jika telah terbukti terdapat hubungan antara Sisa Chlorin dan ORP dan secara rutin telah dikalibrasi, menurut sumber airnya
 - (3) Apabila jika Chlorin dipakai sebagai desinfectan tidak sampel bakteriologis dengan menjadi tambahan Test 11 & 12

LAMPIRAN
PERATURAN PEMERINTAH
NOMOR 82 TAHUN 2001
TANGGAL 14 DESEMBER 2001

TENTANG

PENGELOLAAN KUALITAS AIR DAN
PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR

Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas

PARAMETER	SATUAN	KELAS				KETERANGAN
		I	II	III	IV	
FISIKA						
Temperatur	°C	deviasi 3	deviasi 3	deviasi 3	deviasi 5	Deviasi temperatur dari keadaan alamiahnya
Residu Terlarut	mg/L	1000	1000	1000	2000	
Residu Tersuspensi	mg/L	50	50	400	400	Bagi pengolahan air minum secara konvensional residu tersuspensi ≤ 5000 mg/L
KIMIA ANORGANIK						
pH		6-9	6-9	6-9	5-9	Apabila secara alamiah di luar rentang tersebut, maka ditentukan berdasarkan kondisi alamiah
BOD	mg/l	2	2	2	2	
COD	mg/l	10	10	10	10	
DO	mg/l	6	6	6	6	
Tota Fosfat (P)	mg/l	0,2	0,2	0,2	0,2	
NO ₃ sebagai N	mg/l	10	10	20	20	
NH ₃ -N	mg/L	0,5	(-)	(-)	(-)	Bagi perikanan, kandungan amonia bebas untuk ikan yang peka ≤ 0,02 mg/l sebagai NH ₃
Arsen	mg/L	0,05	1	1	1	
Kobalt	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2	
Barium	mg/L	1	(-)	(-)	(-)	

Boron	mg/L	1	1	1	1	
Selenium	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05	
Kadmium	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	
Khrom (VI)	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,01	
Tembaga	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Cu < 0,1 mg/L
Besi	mg/L	0,3	(-)	(-)	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Fe < 0,3 mg/L
Timbal	mg/L	0,03	0,03	0,03	1	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Pb < 0,1 mg/L
Mangan	mg/L	0,1	(-)	(-)	(-)	
Air Raksa	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,005	
Seng	mg/L	0,05	0,05	0,05	2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Zn < 5 mg/L
Khlorida	mg/L	600	(-)	(-)	(-)	
Sianida	mg/L	0,02	0,02	0,02	(-)	
Fuorida	mg/L	0,5	0,5	1,5	(-)	
Nitrit sebagai N	mg/L	0,06	(-)	(-)	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, NO ₂ -N < 1 mg/L
Sulfat	mg/L	400	100	100	100	
Klorin bebas	mg/L	0,05	0,05	0,05	(-)	Bagi ABAM tidak dipersyaratkan
Belerang sebagai H ₂ S	mg/L	0,002	0,2	0,002	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, S sebagai H ₂ S < 0,1 mg/L
MIKROBIOLOGI						
Total coliform	jml/100 ml	100	1000	2000	2000	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, total coliform < 1000 jml/100 ml

Total coliform	jml/100 ml	1000	5000	10000	10000	jumlah secara konvensional, fecal coliform ≤ 2000 jml/100 ml dan total coliform ≤ 10000 jml/100 ml
----------------	------------	------	------	-------	-------	--

-RADIOAKTIVITAS

-Gross-A	Bq/L	0,1	0,1	0,1	0,1
-Gross-B	Bq/L	1	1	1	1

KIMIA ORGANIK

Minyak dan Lemak	ug/L	1000	1000	1000	(-)
Detergen sebagai MBAS	ug/L	200	200	200	(-)
Senyawa Fenol sebagai Fenol	ug/L	1	1	1	(-)
BHC	ug/L	210	210	210	(-)
Aldrin / Dieldrin	ug/L	17	(-)	(-)	(-)
Chlordane	ug/L	3	(-)	(-)	(-)
DDT	ug/L	2	2	2	2
Heptachlor dan heptachlor epoxide	ug/L	18	(-)	(-)	(-)
Lindane	ug/L	56	(-)	(-)	(-)
Methoxychlor	ug/L	35	(-)	(-)	(-)
Endrin	ug/L	1	1	1	(-)
Toxaphan	ug/L	5	(-)	(-)	(-)

Keterangan :

- mg = miligram
- ug = mikrogram
- ml = mililiter
- l = liter
- Bq = Becquerel
- MBAS = Methylene Blue Active Substance
- ABAM = Air Baku untuk Air Minum

Logam berat merupakan logam terlarut

Nilai di atas merupakan batas maksimum, kecuali untuk pH dan DO

Batas pH merupakan nilai rentang yang tidak boleh kurang atau lebih dari nilai yang

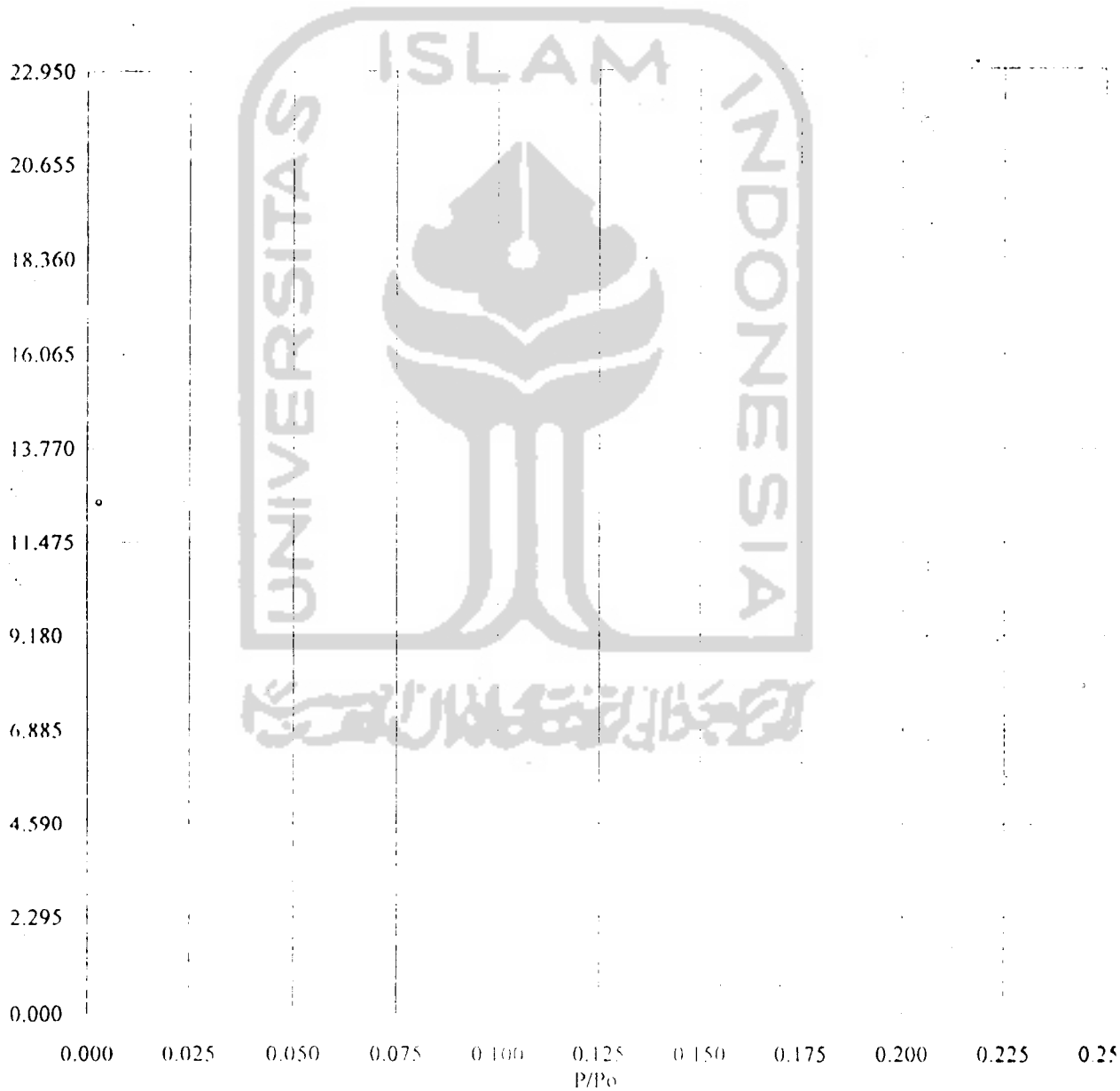
Lampiran 5 Tabel Indeks JPT Dalam 100 ml Sampel Air

Jumlah tabung yang positif			Indeks JPT per 100 ml	Jumlah tabung yang positif			Indeks JPT per 100 ml
10 ml	1 ml	0.1 ml		10 ml	1 ml	0.1 ml	
0	0	0	0	2	0	0	9.1
0	0	1	3	2	0	1	14
0	0	2	6	2	0	2	20
0	0	3	9	2	0	3	26
0	1	0	3	2	1	0	15
0	1	1	6.1	2	1	1	20
0	1	2	9.2	2	1	2	27
0	1	3	12	2	1	3	34
0	2	0	6.2	2	2	0	21
0	2	1	9.3	2	2	1	28
0	2	2	12	2	2	2	35
0	2	3	16	2	2	3	42
0	3	0	9.4	2	3	0	29
0	3	1	13	2	3	1	36
0	3	2	16	2	3	2	44
0	3	3	19	2	3	3	53
1	0	0	5.6	3	0	0	23
1	0	1	7.2	3	0	1	39
1	0	2	11	3	0	2	64
1	0	3	15	3	0	3	95
1	1	0	7.3	3	1	0	43
1	1	1	11	3	1	1	75
1	1	2	15	3	1	2	120
1	1	3	19	3	1	3	160
1	2	0	11	3	2	0	93
1	2	1	15	3	2	1	150
1	2	2	20	3	2	2	210
1	2	3	24	3	2	3	290
1	3	0	16	3	3	0	240
1	3	1	20	3	3	1	460
1	3	2	24	3	3	2	1100
1	3	3	29	3	3	3	2400 +

mber data : APHA Edisi 13, 1971 Metode 3-3-3

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		
Type	= User	Po	= 750.86 mm Hg
Sorbate	= 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)



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

Multi BET (Adsorption)

P/Po

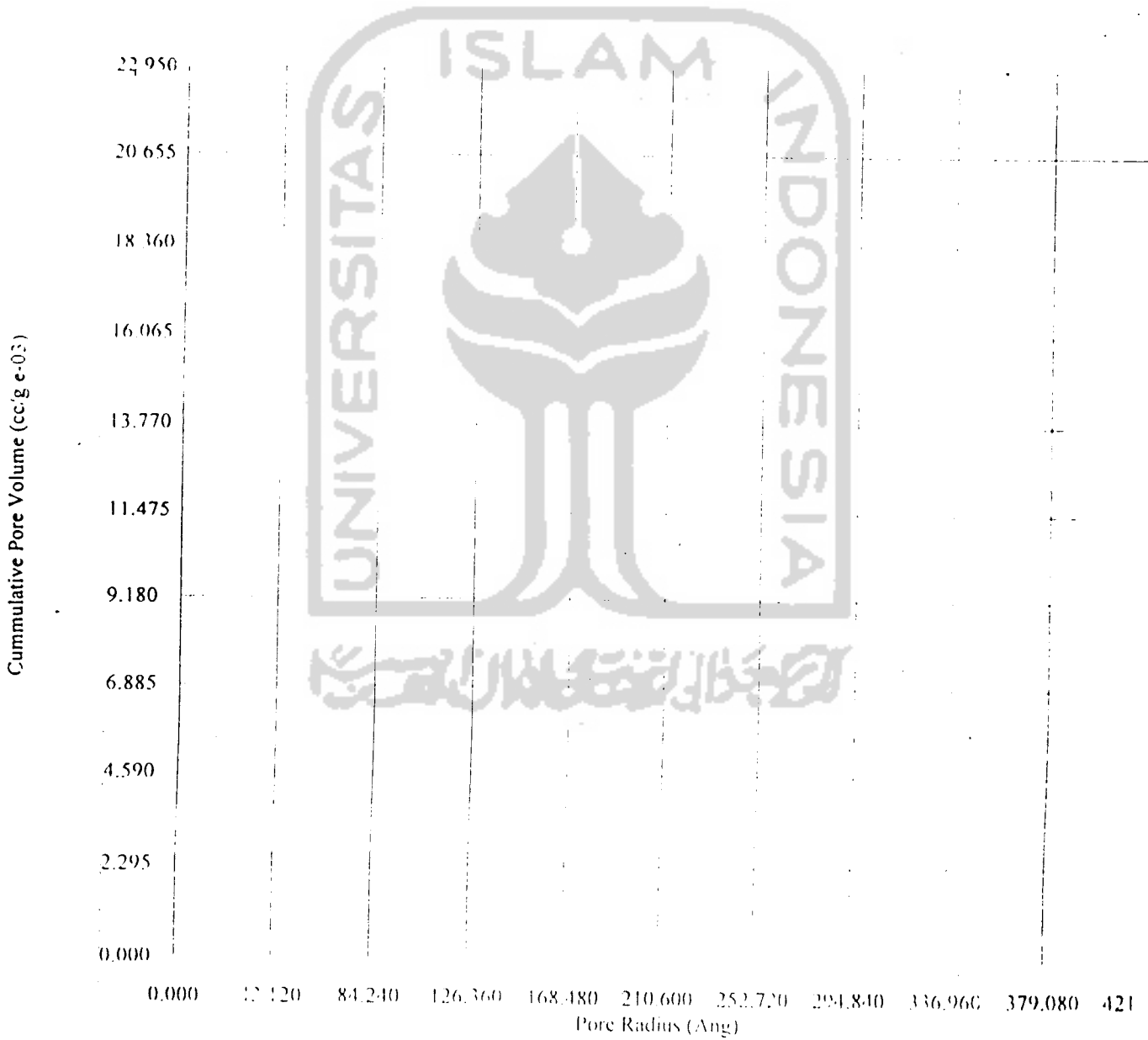
BET Transform
(1/[W(Po/P - 1)])

0.054768	5.540716
0.067120	6.614720
0.150836	14.016810
0.196571	18.182428
0.246074	22.929780
Slope	=90.470758
Intercept	=-0.512919
Correlation Coefficient	=0.999857
BET C	=177.384252
Surface Area	=21.618442 sq m
Specific Surface Area	=38.276279 sq m/g



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)



User ID = User
 Sample ID = 617/P/KA_A
 Sample Weight = 0.5648 g
 Sample Density = 1.0000 g/cc
 Adsorption Tolerance = 0.1000 mm Hg
 Adsorption Equil Time = 60 sec
 Adsorption Dwell Time = 180 sec
 Analysis Start Time = Wed Oct 11 11:11:08 2006

Pre Setup
 Sample Cell Number = 4
 Sample Volume = 0.5648 cc
 Po = 750.86 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 = Wed Oct 11 12:37:34 2006

BJH (Adsorption)

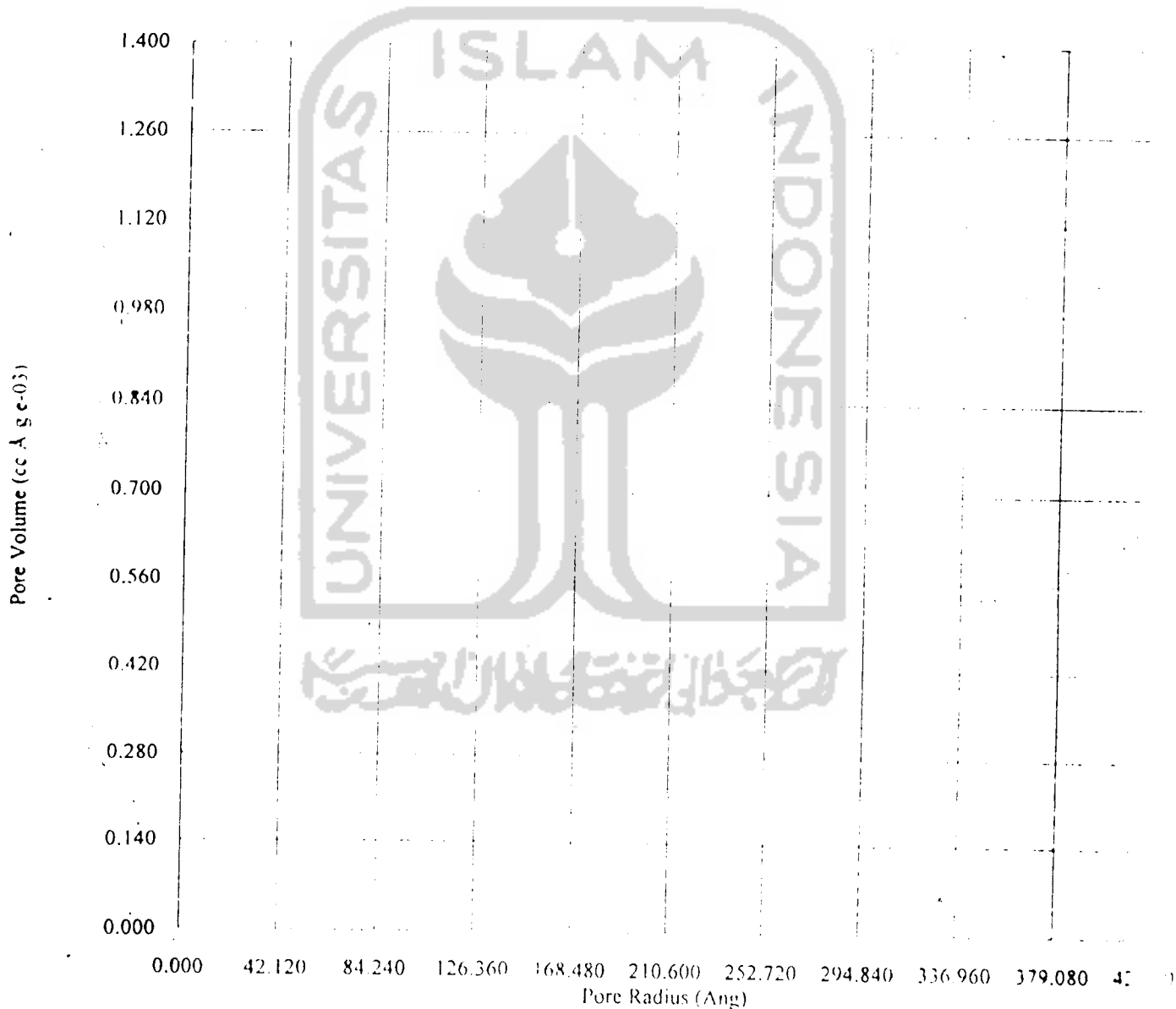
Pore Radius (Ang)	Cummulative Pore Area (sq m/g e-03)	Cummulative Pore Volume (cc/g e-03)
421.185699	16530.948410	22.902683
155.206342	16476.501139	21.756063
100.599226	16318.152133	20.527224
75.214563	16068.101688	19.269480
59.910454	15764.869758	18.129107
49.859126	15383.006801	16.985228
42.583456	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	9.850739
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	5863.279841	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)



User ID		User Setup	= 5
Sample ID	617P.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 Volume (cc/A/g e-03)
	Pore Area (sq m/A/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	1382.300818		1.104564
14.840505	1683.561170		1.249200
13.775964	2004.395692		1.380624

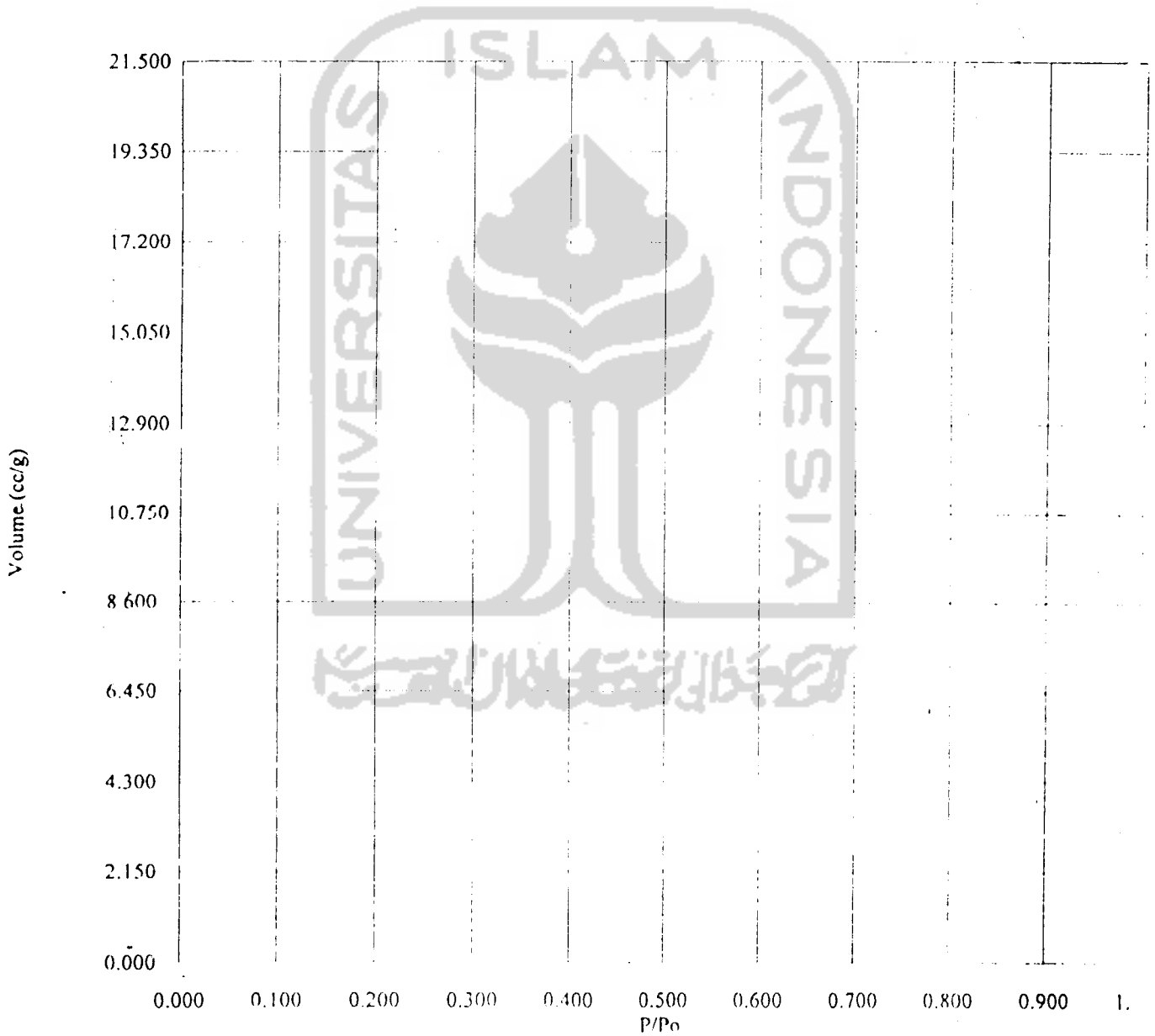
Total Pore Volume is 33.143380 e-03 cc/g for all pores less than 624.132823 Angstrom.

Average pore radius is 17.317974 Angstrom.

SLA INDONESIA

Sample 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		
Sample Type	= User	Po	= 750.86 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Desorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Desorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Desorption 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)



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

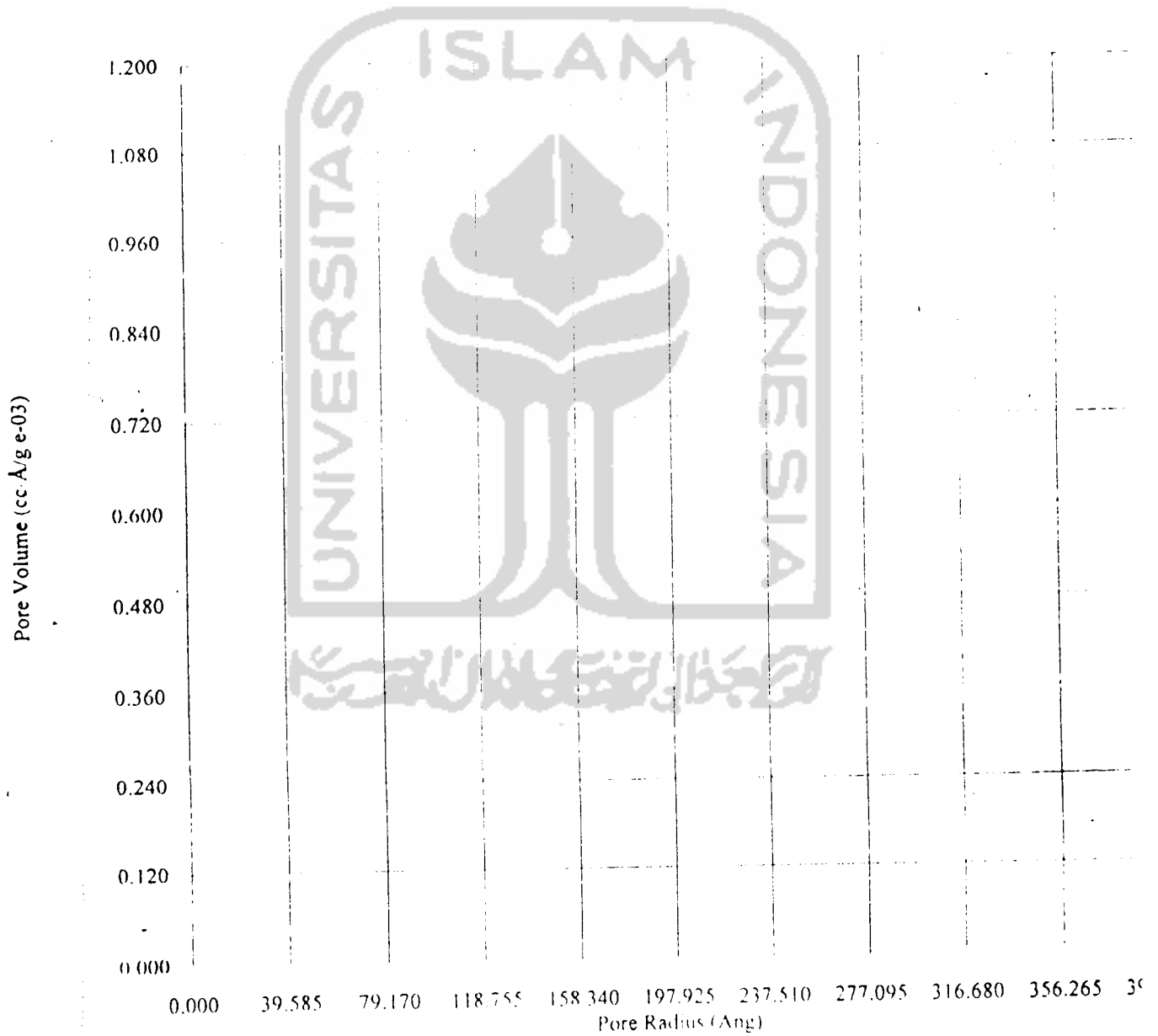
Volume
(cc/g)

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
0.369218	12.774660
0.397498	13.209428
0.433845	13.642413
0.470582	13.981251
0.507258	14.389584
0.543709	14.826704
0.582321	15.312933
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		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 10:29:28 2006	Analysis End Time	Thu Oct 12 11:47:33 2006

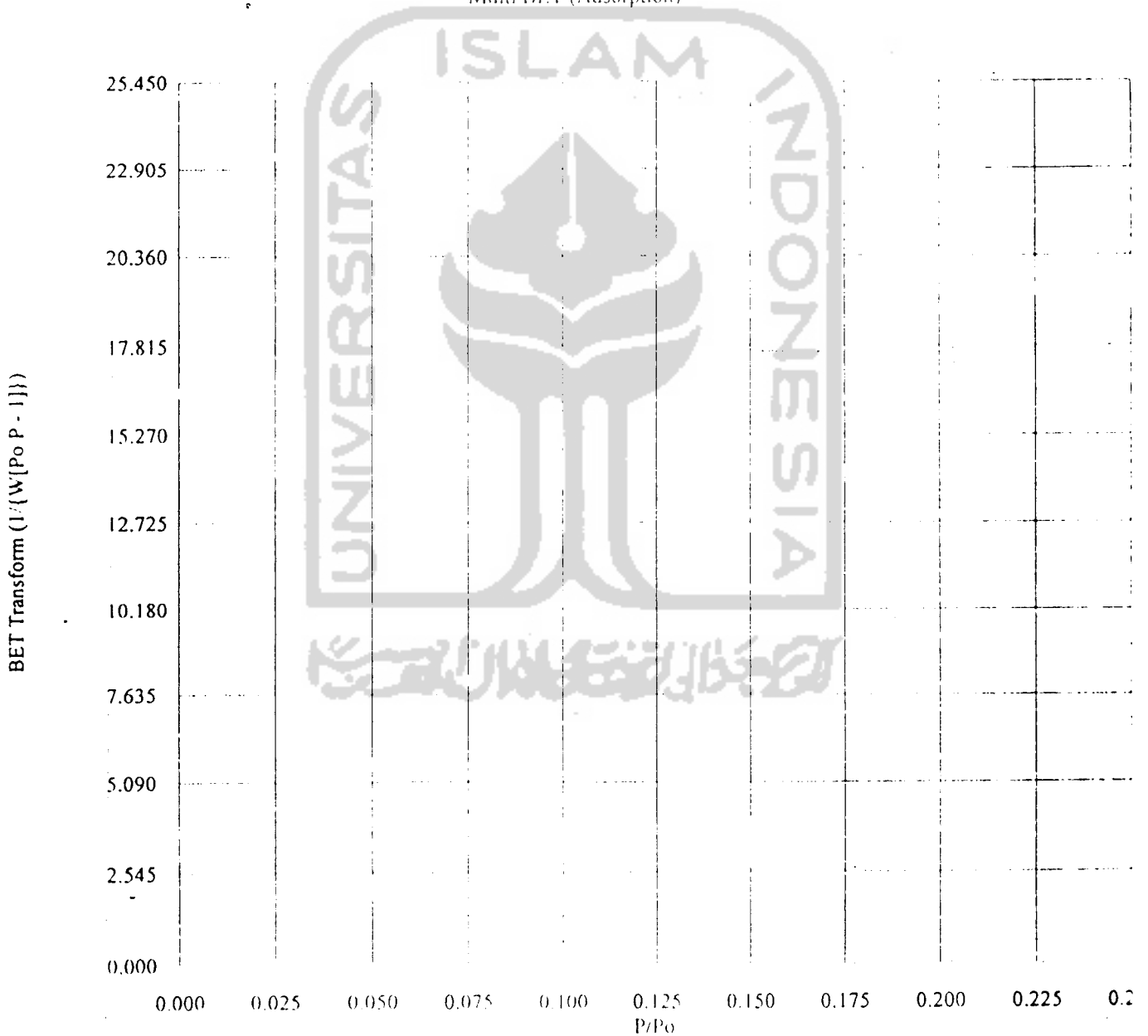
ISOTHERM (Adsorption)

P/Po	Volume (cc/g)
0.039228	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	=	
Sample ID	=	617 P.K.A. B	Sample Cell Number	=	2
Sample Weight	=	0.5770 g	Sample Volume	=	0.5770 cc
Sample Density	=	1.0000 g/cc			
Gas 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	=	160 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 = 00118A11
 Sample Weight = 0.5770 g
 Sample Density = 1.0000 g/cc

Sample Volume = 0.5770 cc

Po Type = User
 Adsorbate = N2

Po = 752.03 mm Hg
 Bath Temperature = 77.40 deg K

Adsorption Tolerance = 0.1000 mm Hg
 Adsorption Equil Time = 60 sec
 Adsorption Dwell Time = 180 sec

Desorption Tolerance = 0.0000 mm Hg
 Desorption Equil Time = 0 sec
 Desorption Dwell Time = 0 sec

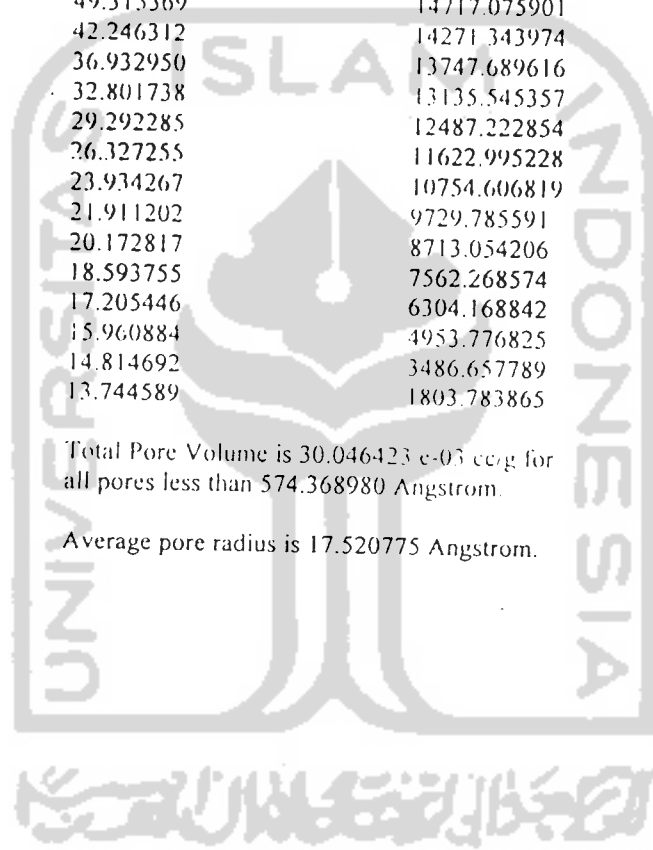
Analysis Start Time = Thu Oct 12 10:26:28 2006

Analysis End Time = Thu Oct 12 11:47:33 2006

Pore Radius (Ang)	BJH (Adsorption) Cumulative 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

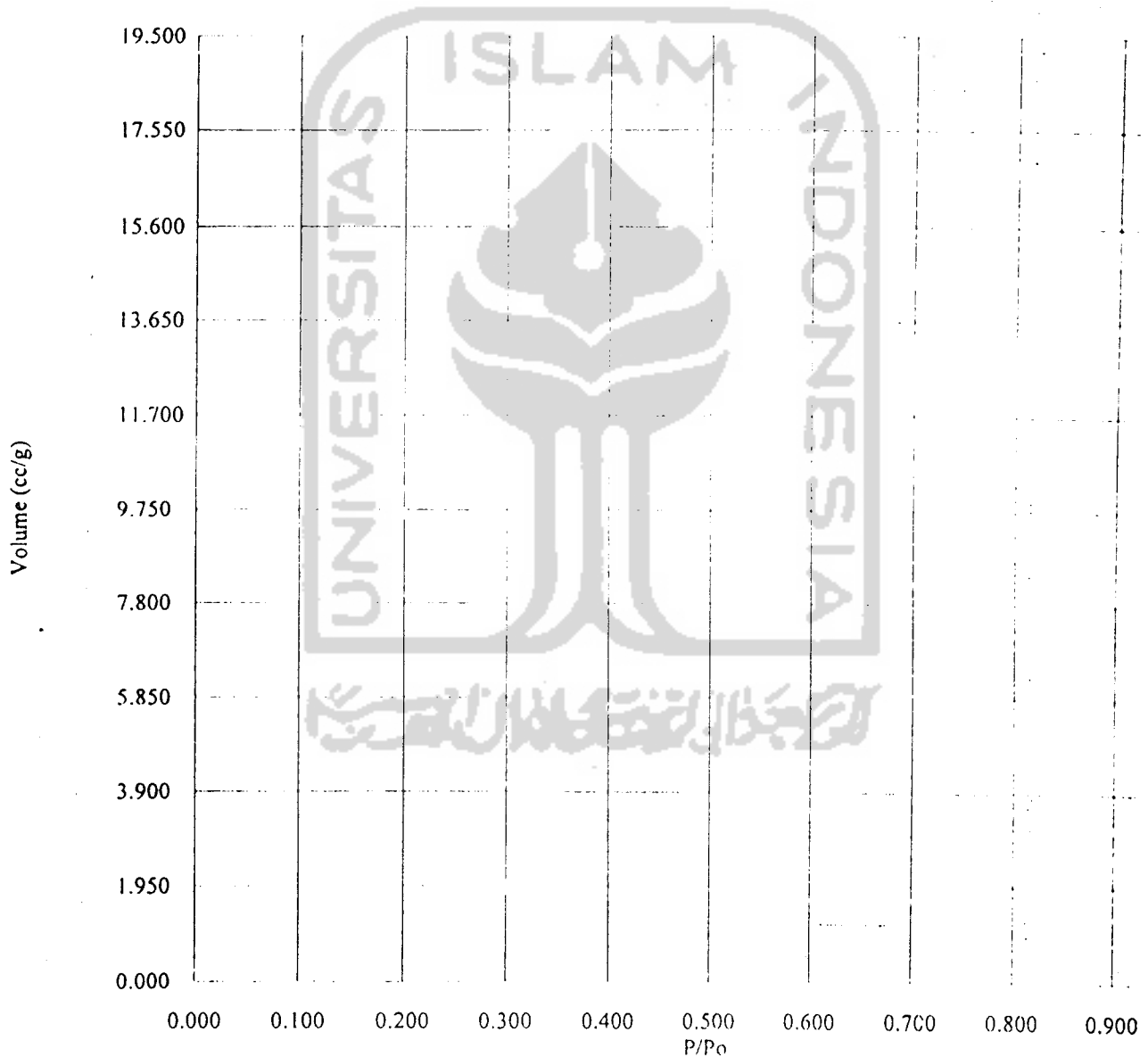
Total Pore Volume is 30.046423 e-03 cc/g for all pores less than 574.368980 Angstrom.

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

= 617/P/KA B
= 0.5770 g
= 1.0000 g/cc

User Setup

= 5

Sample ID
Sample Weight
Sample Density

Sample Cell Number = 2
Sample Volume = 0.5770 cc

Po Type
Adsorbate

= User
= N2

Po = 752.03 mm Hg
Bath Temperature = 77.40 deg K

Adsorption Tolerance
Adsorption Equil Time
Adsorption Dwell Time

= 0.1000 mm Hg
= 60 sec
= 180 sec
= Thu Oct 12 10:26:28 2006

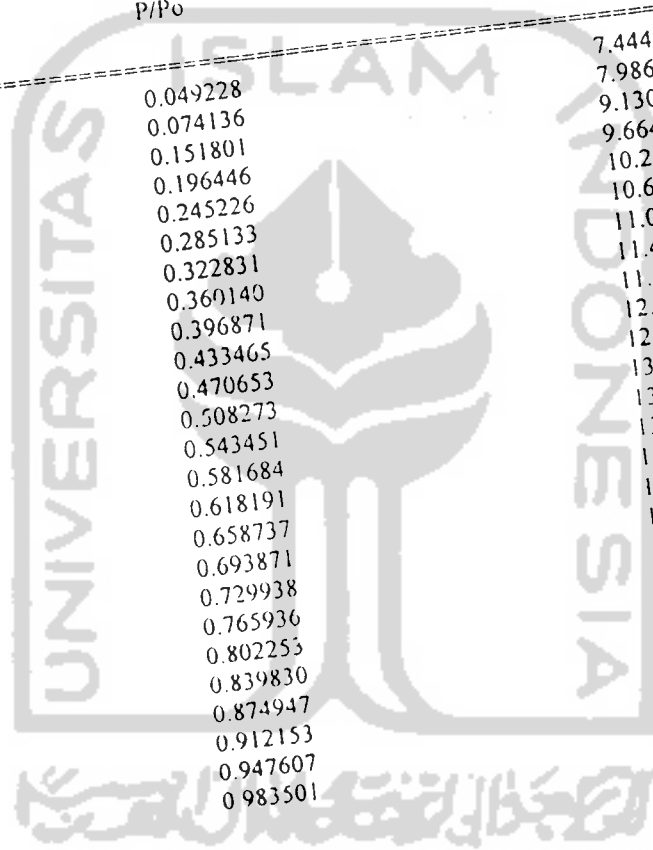
Desorption Tolerance = 0.0000 mm Hg
Desorption Equil Time = 0 sec
Desorption Dwell Time = 0 sec

Analysis End Time

= Thu Oct 12 11:47:33 2006

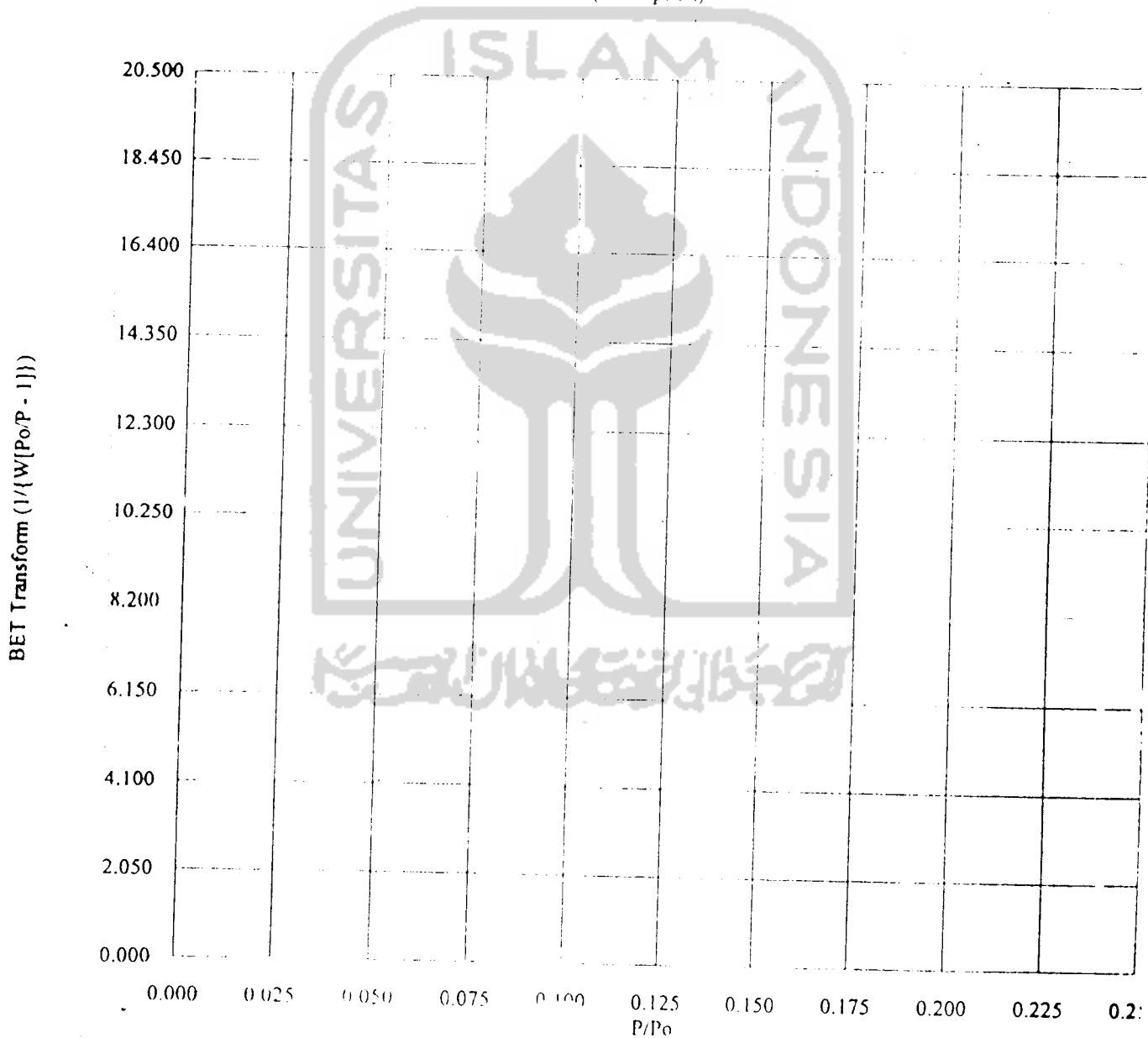
ISOTHERM (Adsorption)

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 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)



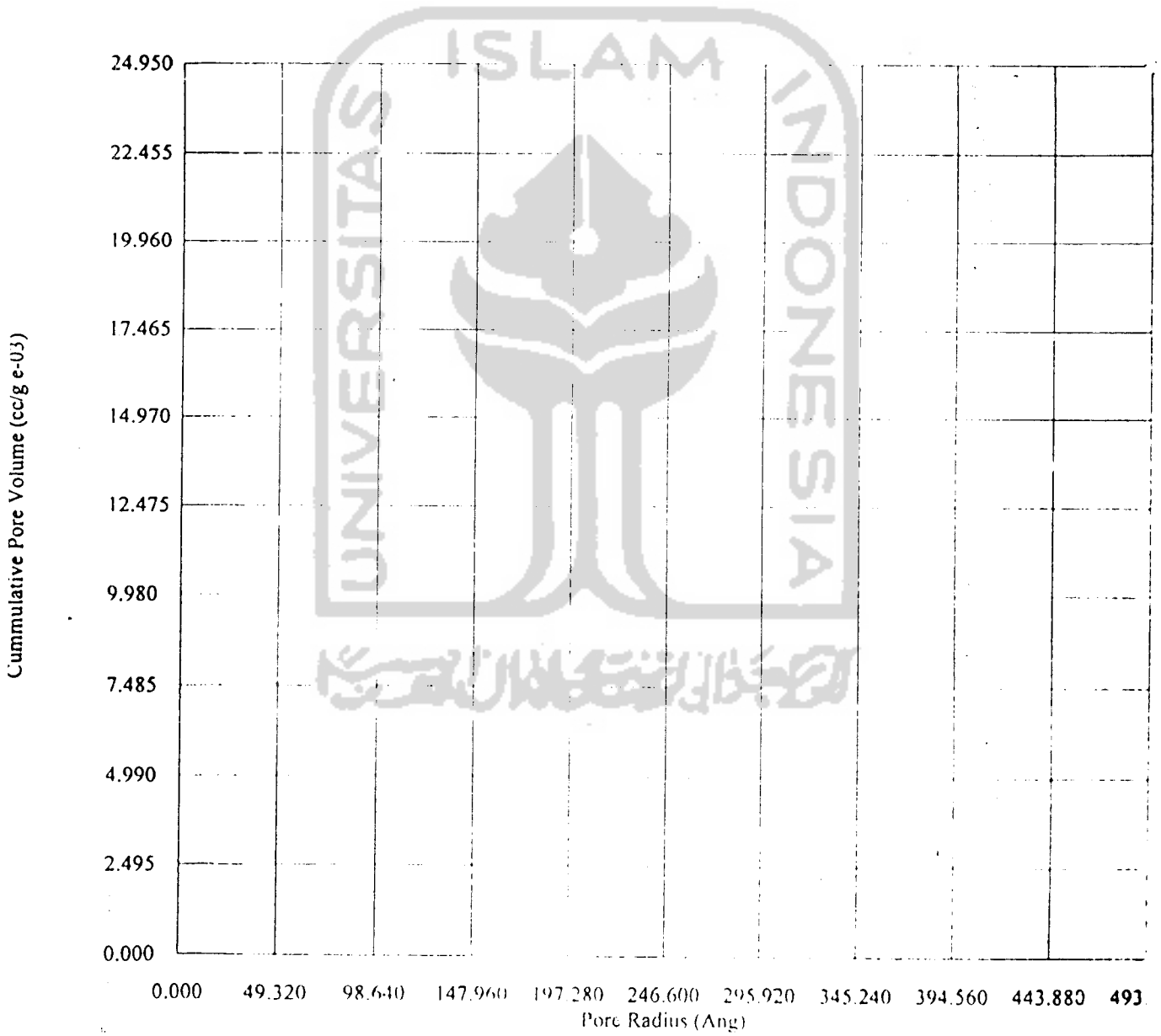
User ID	=	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA C	Sample Cell Number	= 4
Sample Weight	= 0.4130 g	Sample Volume	= 0.4130 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 750.42 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm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

ser 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		
Flow 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)



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)

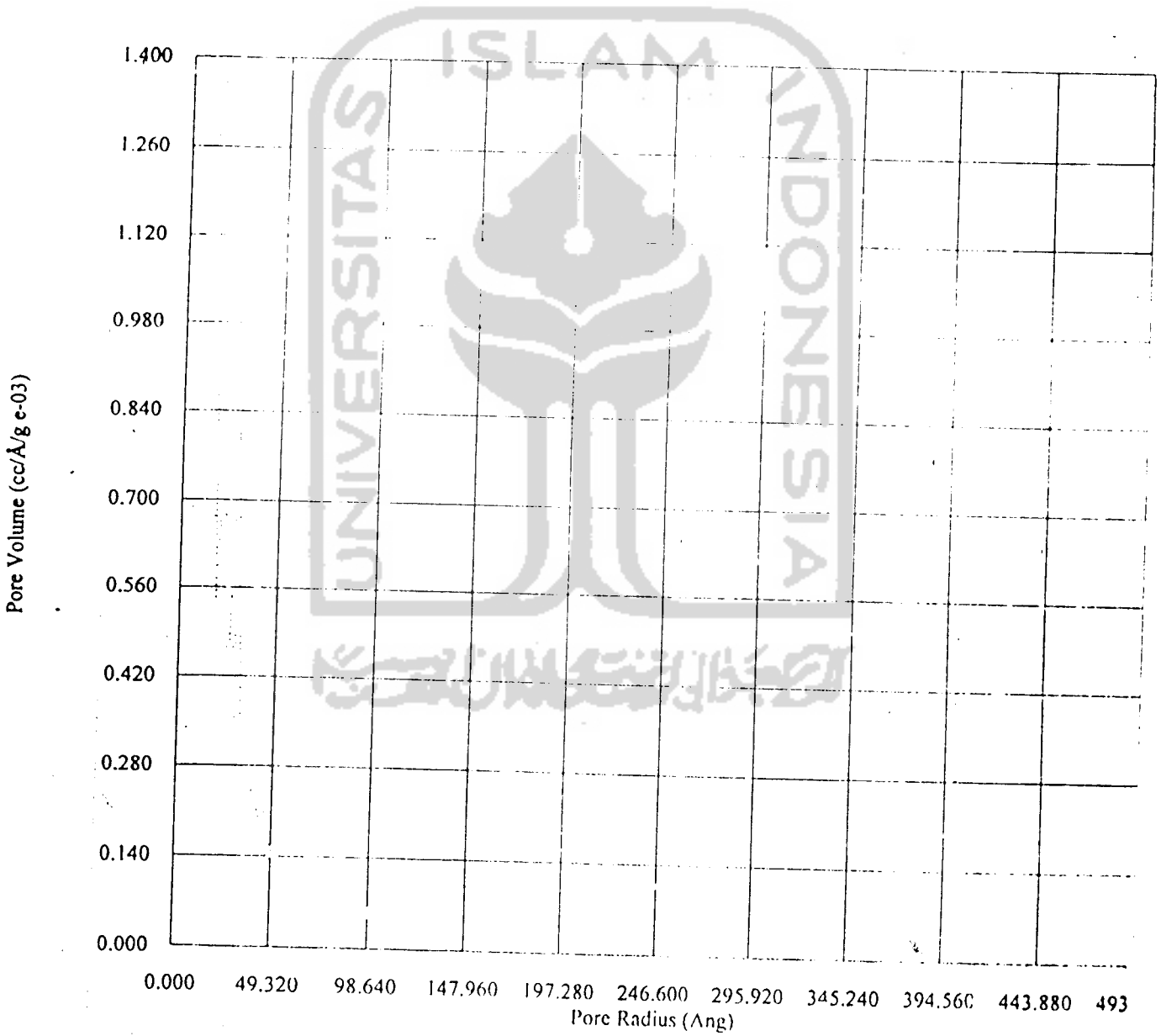
Pore Radius (Ang)	Pore Area (sq m/Å/g e-03)	Pore Volume (cc/Å/g e-03)
493.163916	0.078366	0.001932
159.193595	1.870751	0.014891
100.550384	11.072882	0.055669
75.665592	17.241598	0.065230
60.158490	32.848014	0.098804
50.128047	58.435474	0.146463
42.984611	92.459857	0.198718
37.401719	139.108098	0.260144
32.814394	213.325663	0.350008
29.287177	359.490174	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.

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)



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 13:35:58 2006

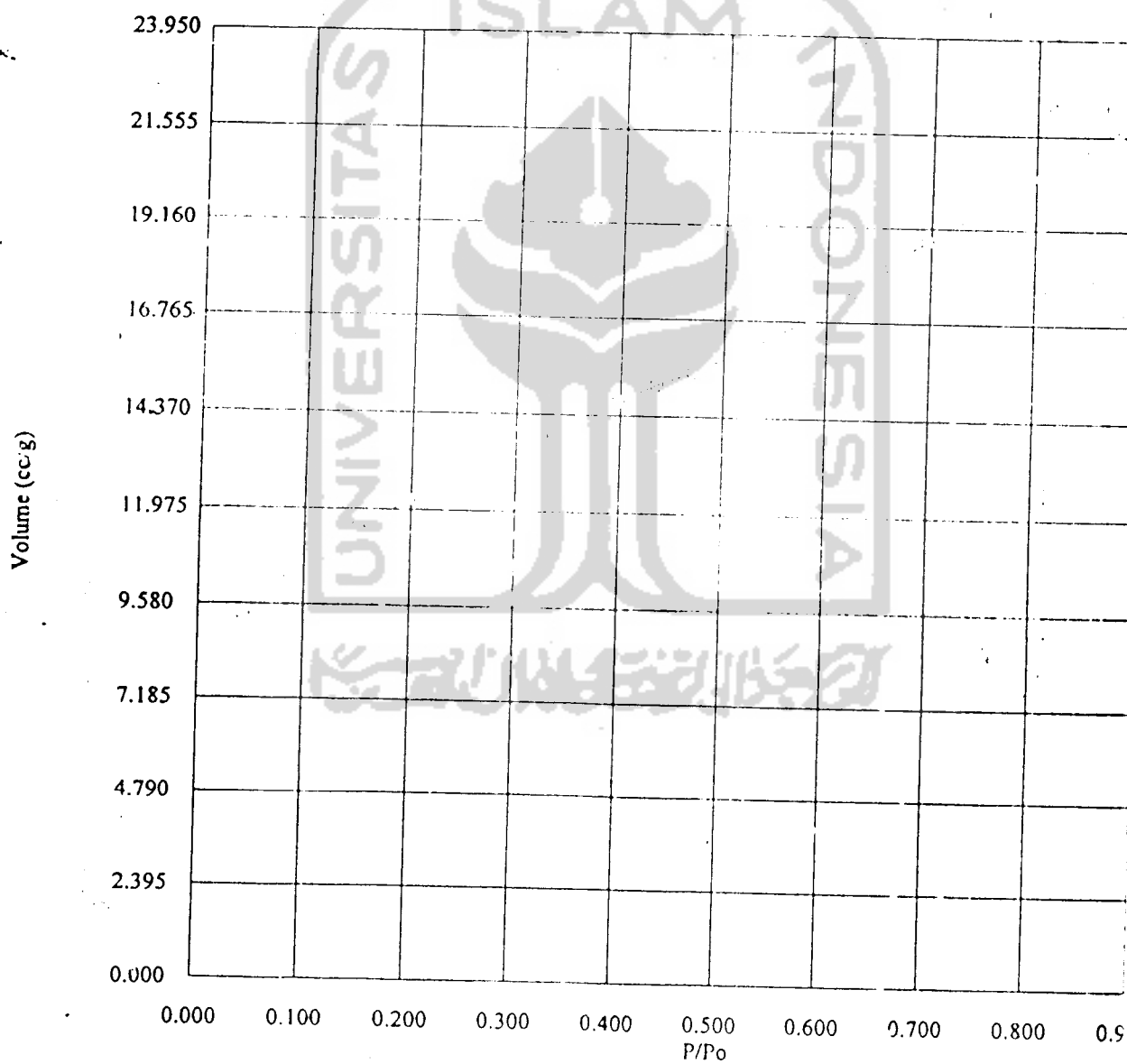
BJH (Adsorption)		
Pore Radius (Ang)	Cummulative Pore Area (sq m/g e-03)	Cummulative Pore Volume (cc/g e-03)
493.163916	17391.094142	24.919331
159.193595	17345.537001	23.795974
100.550384	17183.526544	22.506423
75.665592	16843.759637	20.798238
60.158490	16514.703957	19.553328
50.128047	16122.852849	18.374670
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 17.201523 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

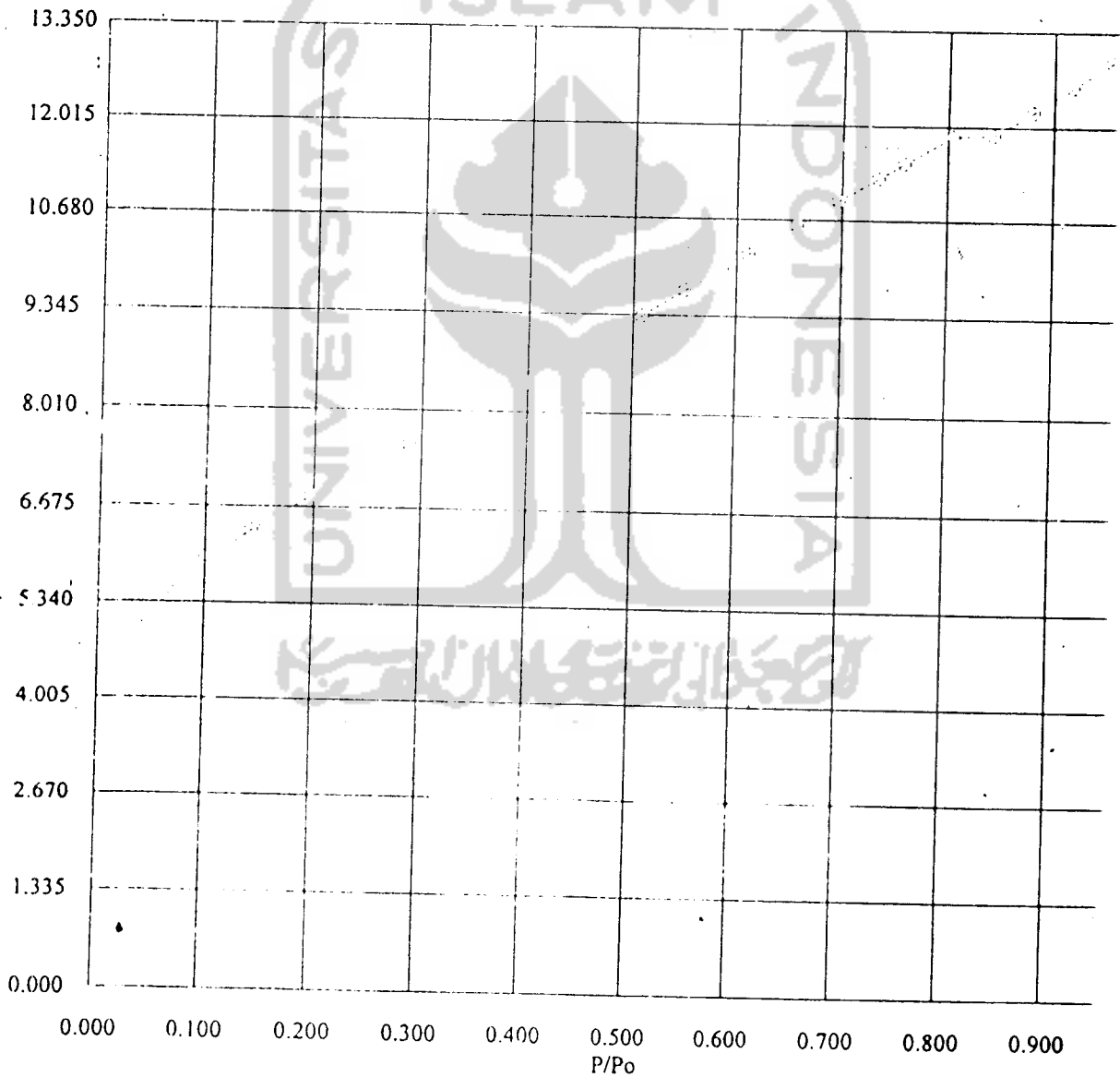
ISOTHERM (Adsorption)

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: 017d.dat

Sample 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		
Type	= User	Po	= 751.19 mm Hg
Sorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Absorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Absorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Absorption 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)



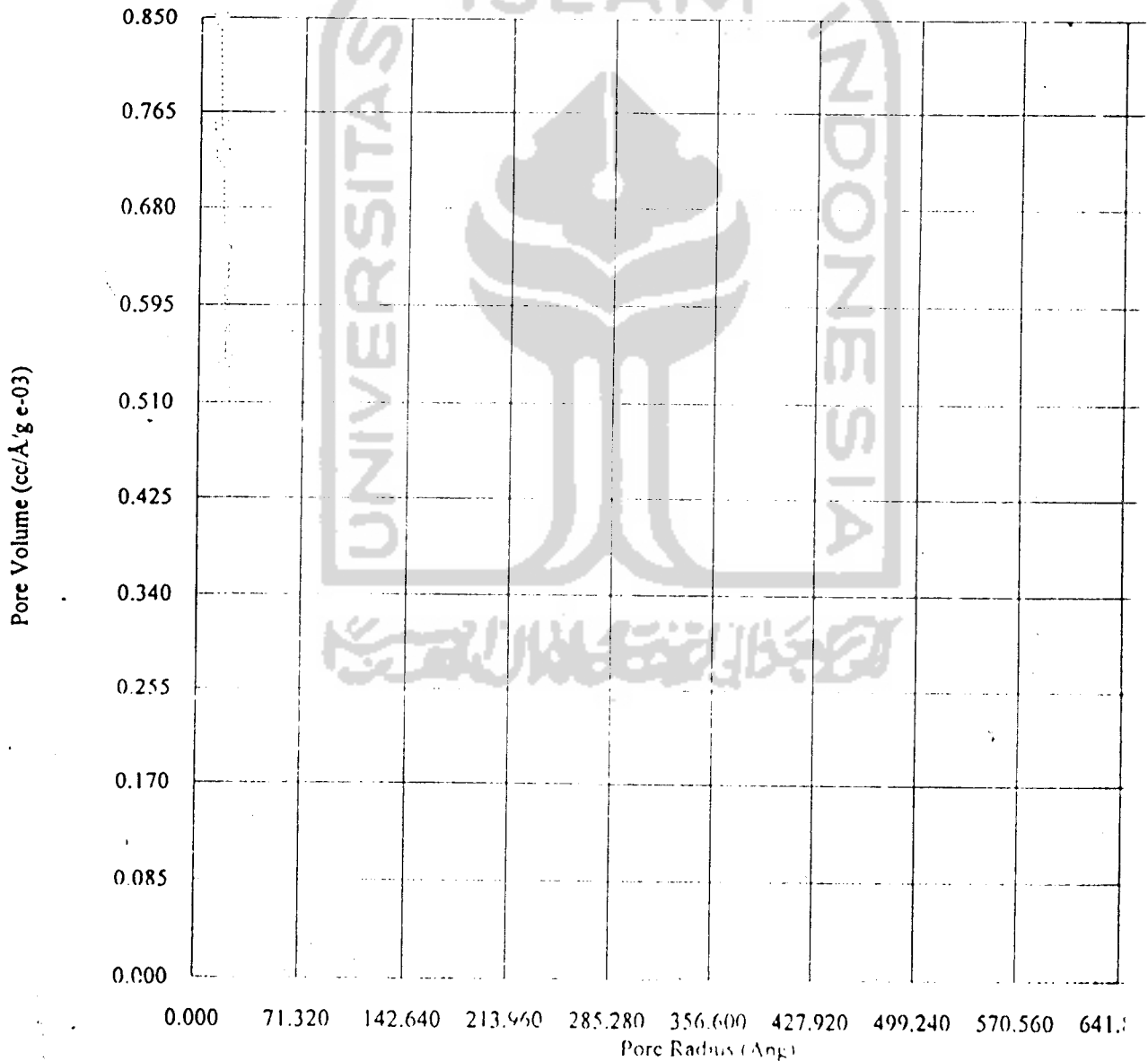
User ID	=	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA D	Sample Cell Number	= 2
Sample Weight	= 0.3600 g	Sample Volume	= 0.3600 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 751.19 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm 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	9.693453
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)



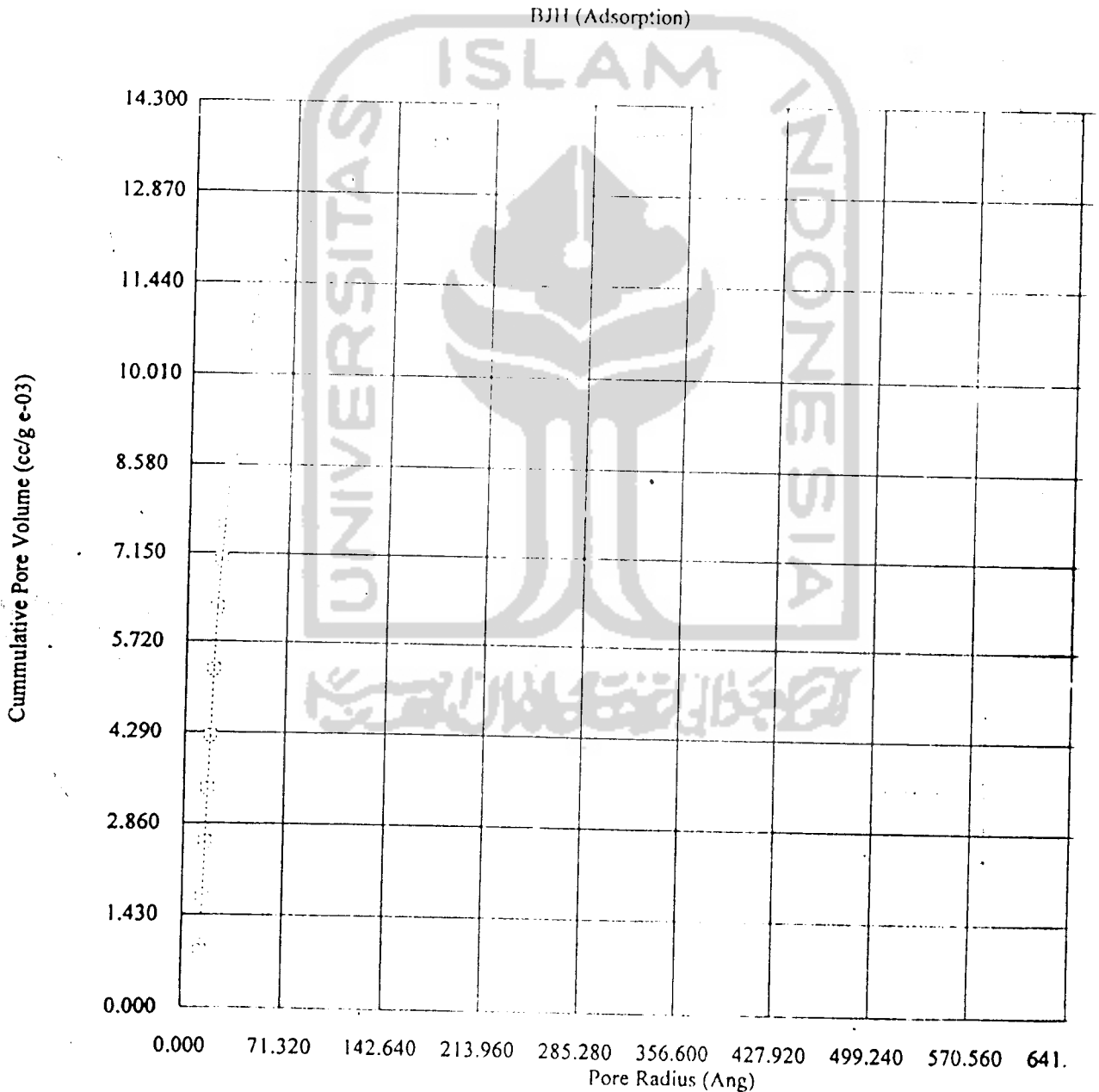
User ID		User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA D	Sample Cell Number	= 2
Sample Weight	= 0.3600 g	Sample Volume	= 0.3600 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 751.19 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Adsorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Adsorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Adsorption 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)		
Pore Radius (Ang)	Pore Area (sq m/Å/g e-03)	Pore Volume (cc/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



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

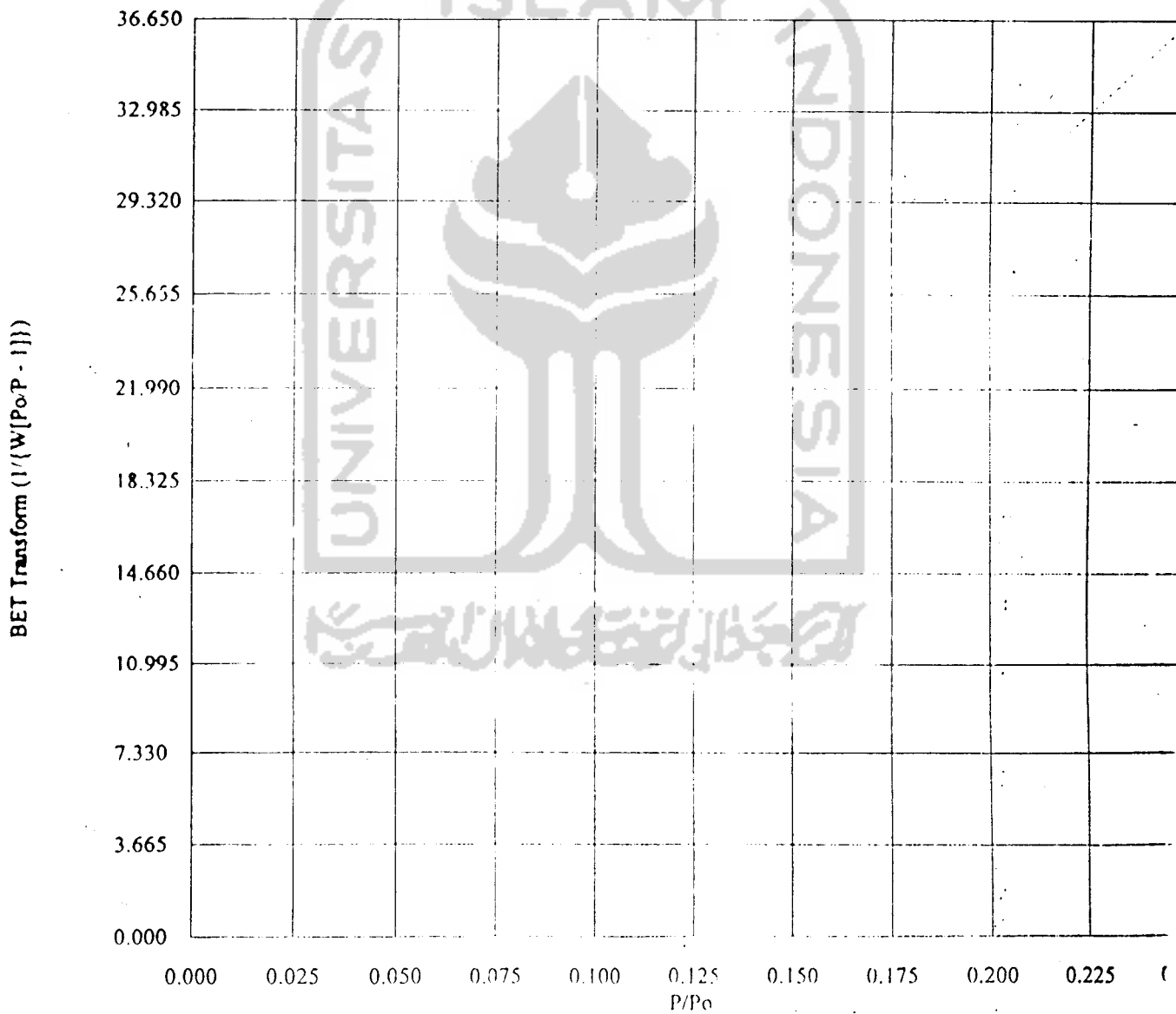
Pore Radius (Ang)	BJH (Adsorption) Cumulative Pore Area (sq m/g e-03)	Cumulative Pore Volume (cc/g e-03)
713.192496	10955.120724	14.264299
174.076608	10937.991889	13.653491
106.275787	10864.301496	13.012102
77.283625	10736.352814	12.332210
60.677299	10570.809581	11.692521
49.055049	10567.081764	11.681211
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.

ser ID	=	User Setup	= 5
ample ID	= 617/P/KA D	Sample Cell Number	= 2
ample Weight	= 0.3600 g	Sample Volume	= 0.3600 cc
ample Density	= 1.0000 g/cc		
o 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

