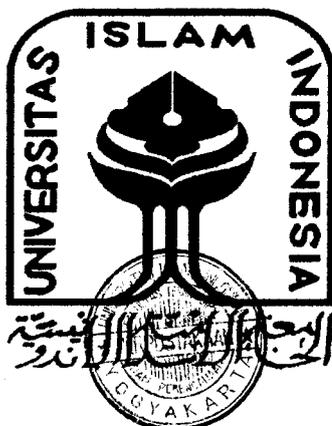


TA/TL/2006/0129

PERPUSTAKAAN FTSP UH	
HADIAN/BELE	
TGL. TERIMA :	26 April 2007
NO. JUDUL :	002397
NO. INV. :	62002397001
NO. INDIK. :	

TUGAS AKHIR
PENURUNAN KADAR BESI (Fe) DAN MANGAN (Mn)
PADA AIR TANAH DENGAN MENGGUNAKAN
MEMBRAN KERAMIK

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



Oleh :

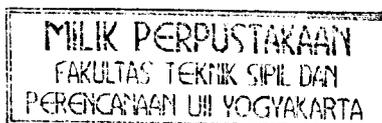
Nama : Dian Artharini Nasution

No. MHS : 02 513 111

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JOGJAKARTA

2006



LEMBAR PENGESAHAN

**PENURUNAN KADAR BESI (Fe) DAN MANGAN (Mn)
PADA AIR TANAH DENGAN MENGGUNAKAN
MEMBRAN KERAMIK**

Nama : Dian Arthariel Nasution
No. MHS : 02 513 111

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen pembimbing I
Ir. H. Kasam, MT

Tanggal :

Dosen Pembimbing II
Eko Siswoyo, ST



Tanggal : 14-11-06

HALAMAN PERSEMBAHAN

This minithesis presented :

For My Parents :

Papa D. Syamsurizal n mama Yuanita M. Indriasari

For My Brothers :

Firmansyah Raditya Yulian Oktavitri

Istiqori Layantara

For My Beloved

Ony Fristianto.

Motto

*u can do anything if u want
so just try and if u failed
it doesn't matter
because u'll never know
till u have tried
if u try to understand that u can
u will have thank to Allah
because have give a change for u*



*...Remember sometimes
we failed but it doesn't mean
that we lose...*

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SET atas segala rahmat dan karunia-Nya, tidak lupa juga sholawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “ **Penurunan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Pada Air Tanah Dengan Menggunakan Membran Keramik** “.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini tentunya penyusun tidak lepas dari kesalahan-kesalahan dan kekurangan sehingga penyusun menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu penyusun sangat mengharapkan kritik dan saran untuk kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Selama menyelesaikan Tugas Akhir ini, penyusun telah banyak mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penyusun menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. **Bapak Prof. Dr. Drs. Edy Suandi Hamid, MEc** selaku Rektor Universitas Islam Indonesia.
2. **Bapak Dr. Ir. H. Ruzardi, MS** selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

3. **Bapak Luqman Hakim, ST., M.Si.** selaku dosen dan Kepala Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
4. **Bapak H. Kasam, MT** selaku dosen Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia dan Pembimbing I Tugas Akhir
5. **Bapak Eko Siswoya, ST** selaku dosen, Sekertaris Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia dan Pembimbing II Tugas Akhir
6. **Bapak Hudori, ST** selaku dosen Jurusan Teknik Lingkungan
7. **Bapak Andik Yulianto, ST** selaku dosen Jurusan Teknik Lingkungan
8. **Mas Agus Adi Prananto** Bagian pengajaran Jurusan Teknik Lingkungan
9. **Mas Iwan Amd** selaku Laboran di Laboratorium Kualitas Lingkungan (makasih yah mas.....he3 udah mau direpotin, mau dengerin curhat2 n ngejawab smua ptanyaan2)
10. Teman2 seperjuangan penelitian "**Membran Keramik**" *ina n tia (chayo yang smangat ngerjain TA-nya), iunk, lala, akbar ST, phyan, nchur n mz anton. (Akhirnya selese juga kita ngejain skripsinya).*
11. *Sahabat-sahabat baikku Rina ayu agustina, M. Adi Farhan ST dan Dian Kusuma (udah 4 tahun tnyeta kita barengan dlm susah n sedih yeeee..)*
12. Teman2 satu kostan "**green door**" *uthe, weni n wina.* Gak lupa ada mb Kus, mz Luqman n Albert. Makasih yah selama ini sdh memberikan suasana kekeluargaan yg ok's bgt.....

13. **Teman2 EB** (ina, tia, dian "unk", la2, nely, nefa, uny, rintis, bany, nisa, lia, baiq "kece", tutik, dian "bona") thanks friend bt psahabatannya. smoga kta smua sukses yah....kumpul2 lagi nyok.
14. Sahabat-sahabatku dari kupang :yuan, shanty, dwi, Indra "gade" n no2 (thanx yah buat dukungan n smangatnya)
15. Teman2 Jurusan Teknik Lingkungan khususnya angkatan '02...
16. Teman2 Jurusan Teknik Lingkungan angkatan '01, mz Warih Sudrajat (makasih yah mas pinjaman laporannya selama ini), mz Lukito n mz Anung.
17. Semua pihak yang telah memberi bantuan dan dukungan yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Akhirnya penyusun sangat berharap agar tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penyusun sendiri maupun bagi semua pihak yang menggunakan laporan ini.

Wassalammualaikum Wr. Wb.

Jogjakarta, Desember 2006

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
MOTTO	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
ABSTRAK	xvii
<i>ABSTRACT</i>	<i>xviii</i>

BAB I PENDAHULUAN

1.1	Latar Belakang.....	1
1.2	Rumusan Masalah.....	4
1.3	Tujuan Penelitian.....	4
1.4	Batasan Masalah.....	4
1.5	Manfaat Penelitian.....	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1	Siklus Hidrologi.....	7
2.2	Air Permukaan.....	8
2.3	Air Tanah.....	3
2.3.1	Air Tanah Dangkal.....	10
2.3.2	Air Tanah Dalam.....	11
2.3.3	Mata Air.....	13
2.4	Air Minum.....	13
2.5	Karakteristik Air Baku.....	14
2.6	Besi (Fe) dan Mangan (Mn).....	19
2.6.1	Besi (Fe).....	20
2.6.2	Mangan (Mn).....	22
2.6.3	Oksidasi Besi (Fe) dan Mangan (Mn).....	23
2.7	Membran Keramik.....	25
2.7.1	Keramik.....	28
2.7.2	Bahan Baku Keramik.....	30
2.7.3	Pembuatan Keramik.....	40

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Umum.....	46
3.2	Jenis Penelitian.....	46
3.3	Obyek Penelitian.....	46

3.4	Lokasi Penelitian.....	47
3.5	Waktu Penelitian.....	47
3.6	Variabel Penelitian.....	47
3.7	Desain Reaktor.....	48
3.8	Dimensi Reaktor.....	48
3.9	Metode Penelitian.....	50
3.10	Tahapan Penelitian.....	51
3.11	Analisa Laboratorium.....	51
3.12	Analisa Data.....	52
3.13	Analisa Data dengan Menggunakan T-test.....	52
3.14	Hipotesa	53

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1	Kadar Fe Total dan Mn pada air baku.....	54
4.2	Hasil Pengujian Fe Total dengan Menggunakan Membran Keramik.....	56
4.2.1	T test Analisa Fe Pada Membran Keramik dengan Variasi serbuk gergaji 2,5%.....	61
4.2.2	T test Analisa Fe Pada Membran Keramik dengan Variasi serbuk gergaji 5%.....	63
4.2.3	T test Analisa Fe Pada Membran Keramik dengan Variasi serbuk gergaji 7,5%.....	64

4.2.4. Pembahasan Konsentrasi Fe Total.....	65
4.3. Hasil Pengujian Mangan (Mn) dengan menggunakan Membran Keramik.....	69
4.3.1 T test Analisa Mn Pada Membran Keramik dengan Variasi serbuk gergaji 2,5%.....	74
4.3.2. T test Analisa Mn Pada Membran Keramik dengan Variasi serbuk gergaji 5%.....	95
4.3.3. T test Analisa Mn Pada Membran Keramik dengan Variasi serbuk gergaji 7,5%.....	76
4.3.4. Pembahasan Konsentrasi Mangan (Mn).....	77

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	81
5.2 Saran.....	82

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

JUDUL TABEL

2.1.	Macam Dan Perkiraan Jumlah Limbah Serbuk Gergaji Di Kalimantan Timur.....	40
2.2.	Jenis Kayu Dan Kandungan Kimianya Yang Banyak Diolah Di Kalimantan Timur.....	40
2.3.	Perubahan Komposisi Kaolin Dalam Pembakaran.....	45
4.1.	Kadar Fe Dan Mn Yang Digunakan Pada Reaktor Membran Keramik....	55
4.2.	Hubungan Antara Waktu Dengan Konsentrasi Fe Total Serta Efisiensi Removal Dengan Menggunakan Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 2,5%.....	56
4.3.	Hubungan Antara Waktu Dengan Konsentrasi Fe Total Serta Efisiensi Removal Dengan Menggunakan Membran Keramik Veriasi Serbuk Gergaji 5%.....	58
4.4.	Hubungan Antara Waktu Dengan Konsentrasi Fe Total Serta Efisiensi Removal Dengan Menggunakan Membran Keramik Veriasi Serbuk Gergaji 7,5%.....	60
4.5.	Porositas Dari Membran Keramik Dengan Variasi Serbuk Gergaji 2,5%, 5% Dan 7,5%.....	66
4.6.	Hubungan Antara Waktu Dengan Konsentrasi Mn Serta Efisiensi Removal Dengan Menggunakan Mebran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 2,5%.....	69

JUDUL GAMBAR

2.1.	Siklus Hidrologi.....	8
2.2.	Penampang Melintang Tanah Dan Posisi Tanah (<i>Groundwater</i>) Didalam Tanah.....	10
2.3.	Proses Perubahan Bentonit Alam Dalam Pembakaran.....	45
3.1.	Reaktor Membran Keramik.....	49
3.2.	Diagram Alir Penelitian.....	50
4.1.	Konsentrasi Fe Total Pada Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 2,5%.....	57
4.2.	Hubungan Efisiensi Removal Fe Total Dengan Variasi Waktu Pada Membran Keramik Dengan Komposisi Serbuk Gergaji 2,5%.....	57
4.3.	Konsentrasi Fe Total Pada Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 5%.....	58
4.4.	Hubungan Efisiensi Removal Fe Total Dengan Variasi Waktu Pada Membran Keramik Dengan Komposisi Serbuk Gergaji 5%.....	59

4.5.	Konsentrasi Fe Total Pada Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 7,5%.....	60
4.6.	Hubungan Efisiensi Removal Fe Total Dengan Variasi Waktu Pada Membran Keramik Dengan Komposisi Serbuk Gergaji 7,5%.....	61
4.7.	Konsentrasi Mn Pada Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 2,5%.....	70
4.8.	Hubungan Efisiensi Removal Mn Dengan Variasi Waktu Pada Membran Keramik Dengan Komposisi Serbuk Gergaji 2,5%.....	70
4.9.	Konsentrasi Mn Pada Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 5%.....	71
4.10.	Hubungan Efisiensi Removal Mn Dengan Variasi Waktu Pada Membran Keramik Dengan Komposisi Serbuk Gergaji 5%.....	72
4.11.	Konsentrasi Mn Pada Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 7,5%....	73
4.12.	Hubungan Efisiensi Removal Mn Dengan Variasi Waktu Pada Membran Keramik Dengan Komposisi Serbuk Gergaji 7,5%.....	74

**PENURUNAN KADAR BESI (Fe) DAN MANGAN (Mn)
PADA AIR TANAH DENGAN MENGGUNAKAN
MEMBRAN KERAMIK**

ABSTRAKSI

Kasam ¹⁾, Eko Siswoyo ²⁾, Dian Artharini Nasution ³⁾

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 bentuk senyawa kimia terlarut yang penting disini adalah besi (Fe) dan mangan (Mn). Didalam air tanah kadar Fe lebih tinggi daripada dalam air permukaan. Berdasarkan alasan-alasan tersebut di atas, maka perlu dirancang suatu teknologi yang diharapkan dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi kadar Fe dan Mn 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.

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/hr, $A_c = 220-240$ Volt/Hz, dan $W = 15$ Watt. Keramik yang digunakan pada penelitian ini adalah keramik dengan variasi serbuk gergaji 2,5%, 5% dan 7,5%.

Tujuan penelitian ini adalah a) Mengetahui efisiensi membran keramik dalam menurunkan kadar Fe dan Mn dalam air tanah, b) Mencari komposisi membran keramik yang paling optimum, dari komposisi serbuk gergaji 2.5%, 5% dan 7.5% dalam menurunkan kadar Fe dan Mn pada air tanah dan ; c) Mengetahui waktu yang optimal dari variasi waktu 1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam, 5 jam dan 6 jam dalam menurunkan kadar Fe dan Mn pada air tanah. Fe mengalami penurunan konsentrasi secara optimum pada waktu 3 jam yaitu sebesar 99,86% dengan menggunakan membran keramik variasi serbuk gergaji 7,5%. Sedangkan untuk Mn mengalami penurunan optimum pada waktu 2 jam yaitu 96,76% dengan menggunakan membran keramik variasi serbuk gergaji 5%.

Kata Kunci : Air Tanah, Membran Keramik, Fe dan Mn.

1. Staf pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Jogjakarta
2. Staf pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Jogjakarta
3. Mahasiswa Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Jogjakarta

***DEGRADATION OF FERRUM (Fe) AND MANGANESE (Mn)
IN THE GROUND WATER USING
CERAMIC MEMBRAN***

ABSTRACT

Kasam ¹⁾, Eko Siswoyo ²⁾, Dian Artharini Nasution ³⁾

Ground water generally clean from bacteriologist. But chemical concentration in the ground water is higher depend on lithosphere form that through it. one of chemical demand form that important are Ferrum and mangan. The concentration of Ferrum and Mangan in groundwater is higher than in the surface. With all of the reason, we need to make technology that hope can used for decrease concentration of ferrum and mangan in groundwater. On this research technology that used is ceramic membran with composition of clay, quartz and saw dust. ceramic technology is technology that developed. There is a lot of benefit from this technology like the materials supply from the nature, cheap and high economic value.

In this research using ceramic membran there are two process, filtration and adsorption, where the water flow to ceramic membran with the pipe using pump and the specification of pump are $Q_{maks} = 900$ L/Day, $A_c = 220-240$ Volt/Hz, dan $W = 15$ Watt. Ceramic that used in this research are ceramic membran with variation of saw dust 2,5%, 5% and 7,5%.

The purpose of the research are : a) To know efficiency of ceramic membran in decrease ferrum and mangan demand in ground water. b) To know the best composition of ceramic membran from saw dust composition 2,5%, 5% and 7,5% in decrease ferrum and mangan demands from ground water. c) To know the best time from the variants 1 hours, 2 hours, 3 hours, 4 hours, 5 hours and 6 hours in decrease ferrum and mangan demands in the ground water. Ferrum is decrease optimum at 3 hours equals 99,86% using ceramic membran with variants of saw dust 7,5%. and for mangan got the optimum time at 2 hours equals 96,76 using ceramic membran with variants of saw dust 5%.

Key Word : Ground Water, Ceramic Membran, Fe and Mn

-
- 1 Staf pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Jogjakarta
 - 2 Staf pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Jogjakarta
 - 3 Mahasiswa Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Jogjakarta

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 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 dan 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. Airlah 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. (Tebbutt,1960).

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 bentuk senyawa kimia terlarut yang penting disini adalah besi (Fe) dan mangan (Mn). Didalam air tanah kadar Fe lebih tinggi daripada dalam air permukaan. Walaupun pada konsentrasi tertentu tubuh membutuhkan zat besi (Fe) namun pada konsentrasi yang tinggi dapat merusak dinding usus, gangguan fungsi paru-paru dan bahkan kematian (Slamet, 1994). 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

Fe dan Mn 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 yang dilakukan oleh Prof. Ir. Wahyono Hadi Msc, PhD dari Departemen Propinsi Jawa Timur yang meneliti 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 proses. Hasil dari penelitian tersebut adalah sebagai berikut : efisiensi pemisahan optimum untuk salinitas berkisar antara 32-38% untuk material dengan komposisi keramik karang pilang/ pasir// SG 10/5/2,5 dengan kecepatan filtrasi 5 L/jam. Air baku dengan kadar klorida 1000, 5000 dan 10.000 mg/L terpisahkan salinitasnya masing-masing sebesar 33, 32 dan 38% dengan kecepatan filtrasi masing-masing sebesar 5,96, 4,32 dan 4,7 L/jam. Komposisi material keramik sidoarjo/ pasir/ arang 10/ 5/ 1, keramik sidoarjo/ pasir/ SG 10/ 5/ 2, keramik kaeang 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

1.2 Rumusan Masalah

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

- a) Apakah reaktor Membran keramik dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi Fe dan Mn dalam air tanah dan berapa besar efisiensinya.
- b) Pada komposisi berapakah serbuk gergaji dapat menurunkan konsentrasi Fe dan Mn yang efektif.
- c) Berapakah waktu yang efektif untuk menurunkan konsentrasi Fe dan Mn .

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Mengetahui efisiensi membran keramik dalam menurunkan kadar Fe dan Mn dalam air tanah
- b. Mencari komposisi membran keramik yang paling efektif, dari komposisi serbuk gergaji 2,5%, 5% dan 7,5% dalam menurunkan kadar Fe dan Mn pada air tanah.
- c. Mengetahui waktu yang efektif dari variasi waktu 1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam, 5 jam dan 6 jam dalam menurunkan kadar Fe dan Mn pada air tanah.

1.4. 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: Fe dan Mn
- 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.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

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

- 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 Fe dan Mn.

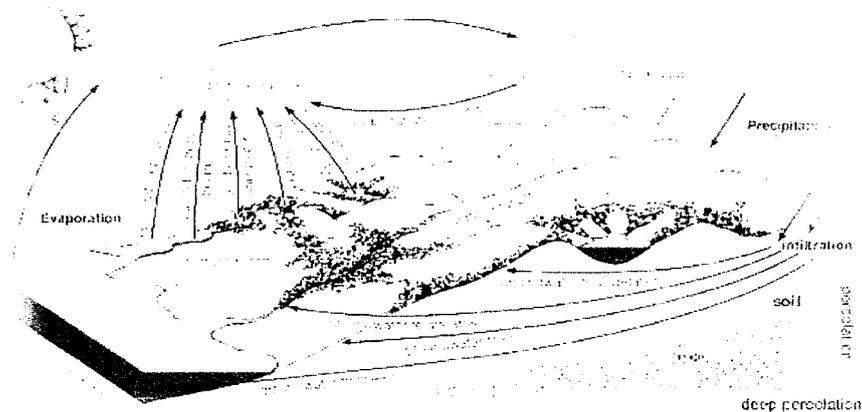
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Siklus Hidrologi

Pada prinsipnya, jumlah air di alam ini tetap dan mengikuti suatu aliran yang dinamakan siklus hidrologi. Dengan adanya penyinaran matahari, semua air yang ada dipermukaan bumi akan menguap dan membentuk uap air. Karena adanya angin, maka uap air ini akan bersatu dan berada ditempat yang tinggi yang disebut awan. Oleh angin, awan ini akan terbawa makin lama makin tinggi dimana temperatur diatas makin rendah, dalam kondisi tertentu awan ini akan berubah menjadi tetesan-tetesan air dan jatuh kembali ke bumi sebagai hujan. Air hujan ini sebagian mengalir kedalam tanah, jika menjumpai lapisan rapat air, maka peresapan akan berkurang, dan sebagian air akan mengalir diatas lapisan rapat air ini. Jika air ini keluar pada permukaan bumi, maka air ini akan disebut mata air. Air permukaan yang mengalir di permukaan bumi, umumnya berbentuk sungai-sungai dan jika melalui tempat yang rendah (cekungan) maka air akan berkumpul, membentuk suatu danau atau telaga. Tetapi banyak diantaranya mengalir ke laut kembali dan kemudian mengikuti siklus hidrologi ini. Sumber-sumber air yang dapat dimanfaatkan oleh manusia antara lain :

1. Air permukaan
2. Air tanah
3. Air atmosfer/ angkasa
4. Air laut



Gambar 2.1. Siklus Hidrologi

(Sumber : [www. Google.com](http://www.Google.com))

2.2. Air Permukaan

Air tawar berasal dari 2 sumber, yaitu air permukaan (*surface water*) dan air tanah (*ground water*). Air permukaan adalah air yang berada di sungai, danau, waduk, rawa, dan badan air lain, yang tidak mengalami infiltrasi ke bawah tanah. Areal tanah yang mengalirkan air kesuatu badan air disebut *watersheds* atau *drainage basins*. Air yang mengalir dari daratan menuju suatu badan air disebut limpasan permukaan (*surface run off*); dan air yang mengalir di sungai menuju laut disebut aliran air sungai (*river run off*). Sekitar 69% air yang masuk ke sungai berasal dari hujan, pencairan es/ salju, dan sisanya berasal dari air tanah. Wilayah disekitar daerah aliran sungai yang menjadi tangkapan air disebut *catchment basin*.

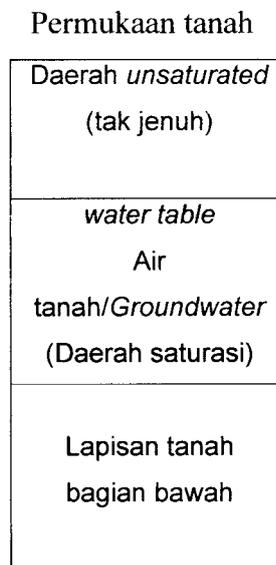
Air hujan yang jatuh ke bumi dan menjadi air permukaan memiliki kadar bahan-bahan terlarut atau unsur hara yang sangat sedikit. Air hujan biasanya bersifat asam, dengan nilai pH sekitar 4,2. Hal ini disebabkan air hujan melarutkan gas-gas yang terdapat di atmosfer, misalnya gas karbondioksida

(CO₂), sulfur (S), dan nitrogen dioksida (NO₂) yang dapat membentuk asam lemah. Setelah jatuh ke permukaan bumi, air hujan mengalami kontak dengan tanah dan melarutkan bahan-bahan yang terkandung di dalam tanah.

2.3. 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).



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

Air tanah dapat dibedakan menjadi 2, yaitu :

2.3.1. Air 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 unsur-unsur kimia tertentu untuk masing-masing lapisan tanah.

Lapisan tanah disini berfungsi sebagai saringan. Disamping penyaringan, pengotoran juga terus berlangsung, terutama pada mata air yang dekat muka tanah. Setelah menemui lapisan rapat air, maka 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 15 m. Sebagai sumur air minum, air tanah dangkal ini ditinjau dari segi kualitas agak baik. Kuantitas kurang cukup dan tergantung pada musim.

2.3.2. Air tanah dalam

Air tanah dalam biasanya memiliki karbondioksida dengan jumlah yang relatif banyak, dicirikan dengan rendahnya pH, dan biasanya disertai dengan kadar oksigen terlarut yang rendah atau bahkan terbentuk suasana anaerob. Pada kondisi ini, jumlah ferri karbonat akan larut sehingga terjadi peningkatan kadar besi ferro (Fe^{2+}) di perairan. Dengan kata lain, besi (Fe^{2+}) hanya ditemukan pada perairan yang bersifat anaerob, akibat proses dekomposisi bahan organik yang berlebihan. Jadi, di perairan, kadar besi (Fe^{2+}) yang tinggi berkorelasi dengan kadar bahan organik yang tinggi, atau kadar besi yang tinggi terdapat pada air yang berasal dari air tanah dalam yang bersuasana anaerob atau dari lapisan yang sudah tidak mengandung oksigen (Hefni, 2003).

Terdapat setelah lapisan 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 pada suatu kedalaman tertentu (biasanya antara 100-300 m) akan didapatkan suatu lapisan air. Jika tekanan air tanah ini besar, maka air dapat menyembur keluar dan dalam keadaan ini, sumur ini disebut dengan sumur artesis. Jika air tidak dapat keluar dengan sendirinya, maka digunakan pompa untuk membantu mengeluarkan air tanah dalam ini.

Air tanah dalam pada umumnya lebih baik dari air dangkal, karena penyaringannya lebih sempurna dan bebas dari bakteri. Susunan unsur-unsur kimia tergantung pada lapisan 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 akan lunak dan agresif karena mengandung gas CO_2 dan $\text{Mn}(\text{HCO}_3)$.

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 :

1. Terlalu boros dalam pemakaian sabun.

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

2. 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.

2.3.3. Mata Air

Mata air adalah air tanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah. Mata air yang berasal dari dalam tanah, hampir tidak terpengaruh oleh musim dan kualitas dan kuantitas.

Berdasarkan keluarnya mata air dibagi menjadi 2 macam :

1. Rembesan (*Seepage* dan *Spring*), dimana air keluar dari lereng-lereng.
2. Umbul, adalah air yang keluar ke permukaan pada suatu daratan.

Air tanah memiliki karakter-karakter tertentu dan berbeda satu dengan yang lainnya. Sedangkan air permukaan kualitasnya sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan perilaku manusia serta sanitasi sekitarnya. Sumber air tanah biasanya tidak bersih sempurna, tetapi mengandung senyawa pencemar, apakah air tersebut kelihatan jernih atau keruh. Semua air yang akan digunakan sebagai air bersih oleh manusia, harus dibersihkan dan dimurnikan melalui sistem pengolahan air yang benar. Pengolahan mata air dilakukan secara kolektif yaitu dari satu arah atau lebih sumber mata air, lalu air yang telah diolah dialirkan ke konsumen. Dalam pengolahan mata air yang dilakukan pada umumnya adalah menghilangkan CO_2 agresif dan desinfeksi (Sanropie, Sumini dkk, 1984).

2.4. Air Minum

Air merupakan bahan yang sangat penting bagi kehidupan umat manusia dan fungsinya tidak pernah dapat digantikan oleh senyawa lain. Air juga merupakan komponen penting dalam bahan makanan karena air dapat mempengaruhi penampakan, tekstur, serta cita rasa makanan kita. Air berperan sebagai pembawa zat-zat makanan dan sisa-sisa metabolisme, sebagai media

reaksi yang menstabilkan pembentukan biopolimer dan sebagainya (Winarno, F.G, 2002)

Air dapat dikonsumsi sebagai air minum apabila air tersebut bebas dari mikroorganisme yang bersifat patogen dan telah memenuhi syarat-syarat kesehatan. Pada masyarakat awam, air minum yang akan mereka konsumsi direbus terlebih dahulu. Merebus air sampai mendidih bertujuan untuk membunuh kuman-kuman yang mungkin terkandung dalam air tersebut. Sedangkan air minum yang tersedia di pasaran luas berupa air mineral yang berasal dari sumber air pegunungan dan telah mengalami proses destilasi atau penyaringan di industri dalam skala besar. Penyulingan ini juga bermaksud untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung baik berupa mikroorganisme maupun berupa logam berat (Tjokrokusuno, 1995)

2.5. 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 :

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
- b. Rasa
- c. Suhu
- d. Warna
- e. Jumlah zat padat terlarut (TDS)
- f. Kekeruhan

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. Aluminium | h. Mangan | n. Tembaga |
| c. Arsen | i. pH | o. Timbal |
| d. Barium | j. Perak | p. Sianida |
| e. Besi | k. Nitrat, Nitrit | |
| f. Kepadatan | l. Seng | |

B. Kimia Organik

- q. Aldrin dan dieldrin
- r. Benzo (a) pyrene (B (a) P)
- s. Chlordane
- t. Chloroform
- u. 2,4-Dichloro-diphenyl-trichloroetane (DDT)
- v. Detergen
- w. Zat Organik

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.

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 Dan 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 peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang memprasyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- Kelas III : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- Kelas IV : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan 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.

2.6. Besi (Fe) dan Mangan (Mn)

Air tanah sering mengandung zat besi (Fe) dan mangan (Mn) yang cukup besar. Kandungan Fe dan Mn itu seringkali mengubah warna air yang sebetulnya bening menjadi coklat kekuning-kuningan. Apabila kandungan besi (Fe) dan mangan (Mn) melampaui standart baku mutu dapat membahayakan kesehatan manusia. Ada tiga metode yang biasa digunakan untuk menurunkan kandungan besi (Fe) dan mangan (Mn) (Al Layla, 1978) :

- a. Presipitasi dan filtrasi
- b. Ion exchange
- c. Stabilisasi

2.6.1. Besi (Fe)

Besi atau ferrum (Fe) adalah metal berwarna putih keperakan, liat dan dapat dibentuk. Besi dilambangkan dengan Fe, sebagai salah satu unsur logam berat dan termasuk dalam golongan VIII. Besi mempunyai nomor atom (NA) 26 dan berat atom (BA) 55.847, keelektronegatifan 1.8, kerapatan g ml^{-3} 7,86. Besi adalah salah satu elemen kimiawi yang dapat ditemukan pada haraper atau hematite pada semua lapisan geologis dan semua badan air.

Pada air permukaan jarang ditemui kadar Fe lebih besar dari 1 mg/L, tetapi di dalam air tanah kadar Fe dapat jauh lebih tinggi. Pada air yang mengandung oksigen (O_2), seperti seringkali air tanah, besi berada sebagai Fe^{2+} yang cukup dapat terlarut, sedangkan pada air sungai yang mengalir dan terjadi aerasi, Fe^{2+} teroksidasi menjadi Fe^{3+} . Fe^{3+} ini sulit larut pada pH 6 sampai 8 (kelarutan hanya dibawah beberapa $\mu\text{g/l}$), bahkan dapat menjadi ferihidroksida $\text{Fe}(\text{OH})_3$, atau salah satu jenis oksida yang merupakan zat padat dan bisa mengendap. Demikian dalam air sungai, besi berada dalam Fe^{2+} , Fe^{3+} terlarut dan Fe^{2+} dalam bentuk senyawa organis berupa koloidal (Alaerts dan Santika, 1984)

Pada umumnya, besi yang ada didalam air dapat bersifat :

- Terlarut sebagai Fe^{2+} (fero) atau Fe^{3+} (feri).
- Tersuspensi sebagai butir koloidal (diameter $< 1 \mu\text{m}$) atau lebih besar, seperti Fe_2O_3 , FeO , FeOOH , $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dan sebagainya.

- Tergabung dengan zat organik atau zat padat yang inorganis (seperti tanah liat)

Adanya unsur-unsur besi dalam air diperlukan untuk memenuhi kebutuhan tubuh akan unsur tersebut. Zat besi merupakan unsur yang penting dan berguna untuk metabolisme tubuh. Untuk keperluan ini tubuh membutuhkan 7-35 mg unsur tersebut perhari, yang tidak hanya diperolehnya dari air. Dalam jumlah kecil, unsur ini diperlukan tubuh untuk pembentukan sel-sel darah merah. Banyaknya Fe di dalam tubuh dikendalikan pada fase absorpsi, sedangkan tubuh manusia tidak dapat mengekskresi Fe.

Akibat yang dapat ditimbulkan oleh besi (Fe) antara lain :

- Air menjadi keruh dan berwarna kuning kecoklatan sampai kehitam-hitaman
- Menimbulkan noda-noda pada peralatan dan bahan-bahan berwarna putih
- Pengendapan pada dinding pipa
- Menyebabkan bau dan rasa yang tidak enak pada minuman
- Bagi yang sering mendapat transfusi darah, warna kulit menjadi hitam karena terjadi akumulasi Fe
- Dalam dosis yang tinggi dapat merusak dinding usus, bahkan dapat menyebabkan kematian karena rusaknya dinding usus ini.
- Debu Fe juga dapat diakumulasi di dalam alveoli, dan menyebabkan berkurangnya fungsi paru-paru.

Atas dasar pertimbangan tersebut diatas, maka ditetapkanlah standar konsentrasi maksimum besi dalam air minum, dalam Keputusan Menteri RI no.

907/MENKES/SK/VII/2002 sebesar 0.3 mg/L. Dengan dipenuhinya standar tersebut oleh air minum, diharapkan berbagai hal yang tidak diinginkan tersebut diatas tidak dapat terjadi.

2.6.2. Mangan (Mn)

Mangan (Mn) adalah mineral metal kelabu-kemerahan. Mangan dilambangkan dengan Mn sebagai salah satu logam berat termasuk dalam golongan VIIB. Mangan mempunyai nomor atom (NA) 25 dan berat atom (BA) 54.938, keelektronegatifan 1.5, kerapatan g ml^{-3} 7.43. disamping itu, konsentrasi 0.05 mg/L dari unsur ini merupakan akhir batas dari usaha penghilangan dari kebanyakan air yang dapat dicapai. Kemungkinan unsur ini merupakan nutrient yang penting dengan kebutuhan perhari 10 mg/L yang dapat diperoleh dari makanan. Unsur ini bersifat toksis pada alat pernafasan.

Toksisitas mangan relatif sudah tampak pada konsentrasi rendah. Untuk keperluan domestik, batas yang diijinkan adalah sangat rendah, dibawah 0.05 mg/L (Saeni, 1989)

Mangan termasuk unsur mikro yang keberadaannya oleh tanaman dibutuhkan untuk pembentukan hijau daun (Rinsena, 1983).

Gejala yang timbul berupa gejala susunan syaraf : insomnia, kemudian lemah pada kaki dan otot muka sehingga ekspresi muka menjadi beku dan muka tampak seperti topeng. Bila pemaparan berlanjut maka, bicaranya melambat dan monoton, terjadi hiperefleksi, elonus pada patella dan tumit, dan berjalan seperti penderita parkinson. Selanjutnya akan terjadi *paralysis bulbar, post encephalitic parkinsonism, multiple sclerosis, amyotropiclateral sclerosis*, dan degenerasi

lentik yang progresif (peny Wilson) tidak ada gejala GI, saluran urogenital (UG), kelainan sensoris atau kelainan pada liquor cerebrospinalis. Keracunan Mn ini adalah salah satu contoh, dimana kasus keracunan tidak menimbulkan gejala muntah berak, sebagaimana orang awam selalu memperkirakannya.

Akibat yang dapat ditimbulkan oleh mangan, antara lain :

- Menimbulkan noda-noda pada bahan/ benda berwarna putih.
- Dapat bersifat toksis pada alat pernafasan.
- Menimbulkan warna ungu/ hitam pada air minum.
- Dapat menimbulkan rasa dan bau yang tidak enak pada minuman.
- Dapat menyebabkan kerusakan pada hati.

Konsentrasi standar maksimum yang ditetapkan Dep.Kes.RI. untuk Mn adalah sebesar 0.05-0.5 mg/L. 0.05 adalah merupakan batas konsentrasi maksimal yang dianjurkan, sedangkan 0.5 mg/L adalah merupakan batas konsentrasi maksimal yang diperbolehkan.

2.6.3. Oksidasi Besi (Fe) dan Mangan (Mn)

Kehadiran Fe dan Mn dalam air untuk keperluan sehari-hari sangat berpengaruh baik dari segi kesehatan maupun estetika. Dalam jumlah yang sedikit unsur Fe dan Mn diperlukan untuk memenuhi kebutuhan tubuh akan unsur tersebut. zat besi merupakan unsur yang sangat penting dan berguna untuk metabolisme tubuh dan juga berperan untuk pembentukan sel-sel darah merah. Untuk keperluan tersebut, tubuh membutuhkan 7-35 mg/hari yang tidak hanya diperoleh dari air. Mn diperlukan untuk tubuh 10 mg/hari sebagai nutrient bagi tubuh (Sutrisno dan Suciati, 1978).

Unsur besi dan mangan terdapat didalam air dalam bentuk terlarut atau tersuspensi. besi dan mangan ada dalam bentuk terlarut apabila besi dan mangan tersebut ada dalam valensi rendah (Fe^{2+} , Mn^{2+}) dan akan ada dalam bentuk tersuspensi, apabila bervalensi tinggi (Fe^{3+} , Mn^{3+}). Unsur besi dan mangan yang berbentuk tersuspensi tersebut tidak banyak menimbulkan masalah, karena hanya dengan pengendapan saja maka konsentrasinya akan turun. Lain halnya dengan yang terlarut untuk menurunkannya harus terlebih dahulu diubah valensinya dari Fe^{2+} dan Mn^{2+} menjadi Fe^{3+} dan Mn^{3+} , Mn^{4+} untuk besi dan mangan yang ada dalam bentuk terlarut sesuai dengan ketentuan penentuan bilangan oksidasi butir ke-9 mempunyai bilangan oksidasi = 2, sehingga untuk mengubahnya menjadi bentuk tersuspensi harus diubah terlebih dahulu bilangan oksidasinya menjadi +3 untuk besi dan +3 untuk mangan. Cara mengubah bilangan oksidasi dilakukan dengan cara oksidasi dengan oksidator yang mempunyai bilangan oksidasi lebih tinggi.

Pengendapan dasar yang digunakan untuk menyisahkan besi dan mangan adalah oksidasi dan membuang endapan yang terbentuk dengan teknik sedimentasi, atau filtrasi. Berdasarkan pengalaman, pendekatan yang paling sukses yang diterapkan untuk menyisahkan besi dan mangan adalah dengan cara penyesuaian pH, Klorinasi, dan Filtrasi langsung menggunakan mono media antrasit (Monogomery, 1985).

Dengan kehadiran oksigen terlarut, besi dan mangan dioksidasi menjadi tidak terlarut (Fe^{3+} dan Mn^{3+}) mengikuti reaksi redoksnya yaitu :



Kehadiran Fe dan Mn dalam air untuk keperluan sehari-hari sangat besar pengaruhnya baik dari segi kesehatan maupun estetika. Dalam jumlah yang sedikit unsur Fe dan Mn diperlukan untuk memenuhi kebutuhan tubuh akan unsur tersebut. Zat besi merupakan unsur yang sangat penting dan berguna untuk metabolisme tubuh dan juga berguna untuk pembentukan sel-sel darah merah. Untuk keperluan tersebut, tubuh membutuhkan 7-35 mg/hari yang tidak hanya diperoleh dari air. Mn diperlukan untuk tubuh 10 mg/hari sebagai nutrient bagi tubuh (Sutrisno dan Suciati, 1978).

2.7. 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 Fe dan Mn 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:

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 (Tchobanoglous, 1991).

3. Waktu kontak

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

4. Distribusi ukuran pori

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

2.7.1. Keramik

Keramik berasal dari bahasa Yunani “Keramos” yang berarti periuk atau belanga yang dibuat dari tanah (Asuti.1997). Yang dimaksud dengan keramik adalah segala macam benda yang dibuat dari tanah liat, setelah kering kemudian

dibakar hingga pijar sampai suhu tertentu, setelah itu didinginkan sehingga menjadi keras. Menurut golongannya, keramik dapat dibagi dalam dua kelompok yaitu :

1. Keramik bakaran rendah (gerabah lunak)

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

2. Keramik bakaran tinggi (gerabah keras)

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

2.7.2. 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 ($Al_2(Si_2O_3)(OH)_4$) dan bentonit ($Al, Na, Ca, Mg(Si_2O_5)(OH)_2$); SiO_2 mengandung mineral seperti pasir silica, dan serbuk gergaji.

1. Susunan Tanah Lempung

Mineral lempung adalah mineral yang mempunyai 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 (Grim, 1953)

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 (Grim, 1953) :

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

b. Tipe tiga lapisan (struktur-struktur lembaran yang tersusun oleh dua lapisan silika tetrahedron dan satu pusat lapisan dioktahedral atau trioktahedral).

i. Kisi yang mengembang

▪ Ekuidimensional

Kelompok montmorillonite :
montmoriloni, saukonit, vermikulit

- Memanjang

Kelompok montmoriloni : nontronit,
saonit, hektorit

- ii. Kisi yang tidak mengembang

Kelompok illite

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

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

Kelompok miscellaneous : Atapulgit, sepiolite, poligorskit.

3. Sifat Fisik Mineral Lempung

Mineral lempung mempunyai sifat-sifat sebagai berikut

(Grim,1953) :

1. Flokulasi dan Deflokulasi

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

yaitu proses dispersi gumpalan-gumpalan menjadi bagian-bagian yang kecil

2. Plastisitas

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

3. *Thixoptropy*

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

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

5. Warna lempung

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

6. Kekuatan panas pada mineral lempung

Mineral lempung akan kehilangan air pori-pori bila dilakukan pemanasan di atas suhu 150°C, sedangkan

pemanasan pada suhu 400-900°C air akan meloncat ke atas dari kisi-kisi sebagai kelompok OH dan struktur kristal akan terhancurkan sebagian atau berubah.

4. Sifat Kimiawi Mineral Lempung

Mineral lempung mempunyai sifat-sifat kimiawi sebagai berikut :

1. Pertukaran ion

Salah satu sifat yang penting dari mineral lempung adalah pertukaran elektrik pada partikel dengan mineral lempung akan menarik kation dan anion melalui cara penukaran atau menetralsisir, artinya dengan mudah digantikan oleh anion dan kation lain saat kontak dengan ion ion lain pada larutan yang encer (Olphen, 1963).

2. Interaksi dengan air

a. Sifat hidrasi pada kandungan air yang relatif rendah.

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

permukaan kristal ataupun pertukaran kation (Olphen, 1963).

b. Kandungan air yang tinggi (sifat lempung koloid).

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

c. Interaksi dengan bahan organik.

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

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

Pada lempung-lempung yang kering, muatan negatif di permukaan dinetralkan oleh adanya *exchangable cation* (ion-ion positif yang mudah diganti) lempung tersebut

dan terikat pada partikel oleh gaya tarik menarik elektrostik. Bila air kemudian ditambahkan pada lempung tersebut, kation-kation dan sejumlah kecil anion-anion (ion-ion bermuatan negatif) akan “berenang” diantara partikel-partikel itu. Keadaan seperti ini disebut sebagai lapisan ganda terdifusi (*diffuse double Layer*).

5. Permeabilitas Tanah (Lempung).

Permeabilitas didefinisikan sebagai bahan berpori yang memungkinkan aliran rembesan dari cairan yang cair atau minyak mengalir lewat rongga pori. Pori-pori tanah saling berhubungan antara yang satu dengan yang lainnya, sehingga air dapat mengalir dari titik dengan energi tinggi ke titik energi yang lebih rendah. (Christady, 2002).

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

6. Porositas Tanah Lempung

Porositas merupakan sejumlah ruang pori-pori yang berisi air dan udara. Ruang pori-pori ini menjadi penting karena di dalamnya air dan udara bebas bergerak. Banyaknya air yang

bergerak melalui tanah lempung berkaitan erat dengan jumlah dan ukuran pori-pori tanah (tan, 1986)

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

7. Pasir Kuarsa

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

- a. Bentuk butiran pasir. Bentuk butiran pasir dapat dibagi 4 (empat) macam yaitu : membulat (*rounded*), menyudut tanggung (*sub-angular*), menyudut (*angular*), dan gabungan (*compound*). Pasir yang berbentuk bundar memberikan kelolosan yang lebih tinggi daripada bentuk yang menyudut.
- b. Ukuran butiran pasir. Butiran pasir yang berukuran besar/kasar memberikan kelolosan yang lebih besar

sedangkan yang berbutir halus memberikan kelolosan yang lebih rendah. Pasir yang berbutir halus mempunyai luas permukaan yang lebih luas.

c. Sebaran ukuran butiran pasir, dapat dibagi menjadi 4 macam, yaitu :

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

d. Susunan kimia, beberapa senyawa kimia yang perlu diperhatikan dalam pasir kuarsa adalah 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 (Suprpto, 1995).

Sumber dan besarnya limbah serbuk gergaji di Kalimantan Timur dapat dilihat pada tabel 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.

2.7.3. 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* (Ichinose, 1997). *Die Pressing* (tekan mati) digunakan pada bahan pembuat tepung dengan kadar cairan 10-20% dan cukup menjadi padat dengan tekanan. Produknya antara lain jubin lantai dan jubin dinding. *Rubber mold pressing* digunakan pada bubuk padat seragam. Disebut *rubber mold pressing* karena penggunaan cetakan yang seperti sarung dari batu penggosok. Bahan diletakkan dalam cetakan dan ditekan dengan menggunakan tekanan hidrostatik dalam ruang.

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

merupakan teknik pembuatan badan keramik dengan cara menekan bahan keramik pada cetakan.

3. Pengeringan

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

Beberapa cara pengeringan yang dapat dilakukan antara lain diangin-anginkan, dipanaskan dalam alat khusus dan membungkus benda dengan kain yang agak basah (Astuti, 1997). Pada pembuatan keramik dengan teknologi maju, proses pengeringan ini dilakukan langsung dengan proses pembakaran.

4. Pembakaran

Proses pembakaran bahan keramik sering juga disebut *Sinering processes*. Suhu yang dipakai dalam pembakaran sangat tergantung dari metode, bahan yang akan dibakar dan benda hasil bakar. Sebagai contoh pada metode standar *Pressure sintering* dengan materi dasar 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/cm². *Reaction sintering* dengan bahan dasar SiO₂ dibakar pada suhu 1350 °C -1600°C. *Chemical vapor deposition* (CVD) dengan bahan dasar SiH₄ dan NH₃ 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* (Ichinose, 1987).

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

Tahap dalam pembakaran dapat dijelaskan sebagai berikut :

1) Tahap penghilangan uap

Suhu bakar tahap ini berlangsung dari awal sampai sekitar suhu 500°C. Tujuannya adalah untuk menghilangkan molekul-molekul air pada bahan, membakar unsur karbon dan unsur organis bahan. Pembakaran harus dilakukan perlahan-lahan sampai semua molekul air hilang, jangan sampai ada molekul air yang terjebak dalam bahan karena akan terjadi letupan yang merusak bahan. Pada suhu 300°C-400°C zat-zat organis dan unsur karbon akan terbakar habis.

2) Tahap penggelasan

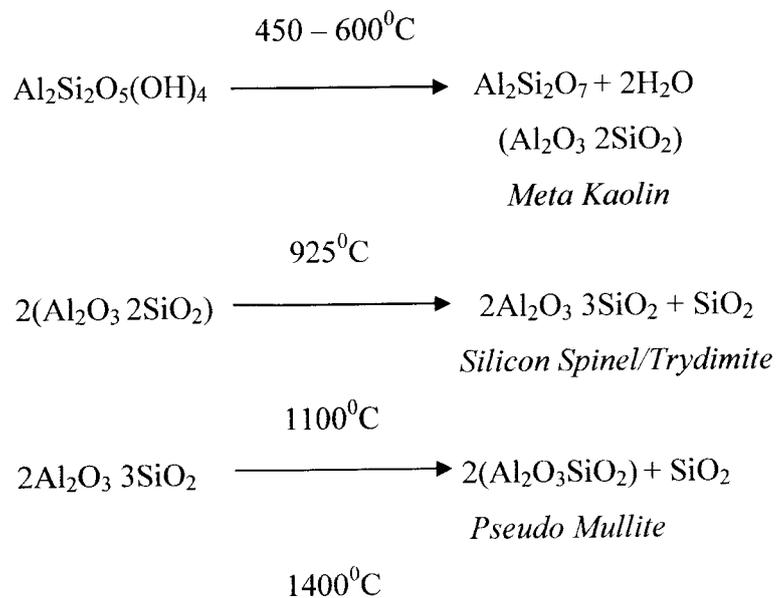
Setelah air dalam bahan habis, suhu dapat ditingkatkan sedikit demi sedikit. Pembakaran suhu yang paling menentukan adalah pada

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

3) Tahap pendinginan

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

Proses perubahan bentonit alam dalam pembakaran :





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 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
850 – 1050°C	- Terjadi reaksi eksotermal ketika terjadi reaksi peruraian keseimbangan (disosiasi) membentuk Mullite dan Trydimite $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \rightarrow 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \text{ (amorph)} + 4\text{SiO}_2 \text{ (trydimite)}$
1350°C	- Kristalisasi awal dari mineral Mullite ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$)
1470°C	- Tyrdimite berubah menjadi Crystobalite stabil (SiO_2)
1470 + 1790°C	- Keseimbangan Mullite-Crystobalit
+ 2000°C	- Melebur



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. 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/ hari, $A_c = 220 - 240$ Volt/ Hz, dan $W = 15$ watt. keramik yang digunakan pada penelitian ini adalah keramik dengan variasi serbuk gergaji 2,5%, 5% dan 7,5%.

3.2. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian lapangan (*field experiment*), yang dilakukan dengan percobaan dalam batasan waktu tertentu terhadap kandungan besi (Fe) dan mangan (Mn) dari sumber air baku air tanah dengan menggunakan membran keramik.

3.3. Objek Penelitian

Sebagai objek penelitian ini adalah kandungan besi (Fe) dan mangan (Mn) dari sumber air baku air tanah.

3.4. 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.

3.5. Waktu Penelitian

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

3.6. 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 Fe dan Mn.
- Komposisi membran 2,5 %, 5% dan 7,5%.

2. Variabel terikat (*Dependent Variable*).

Parameter yang diteliti adalah besi (Fe) dan mangan (Mn).

3.7. Desain reaktor

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

1. Tanah lempung.
2. Pasir kwarsa.

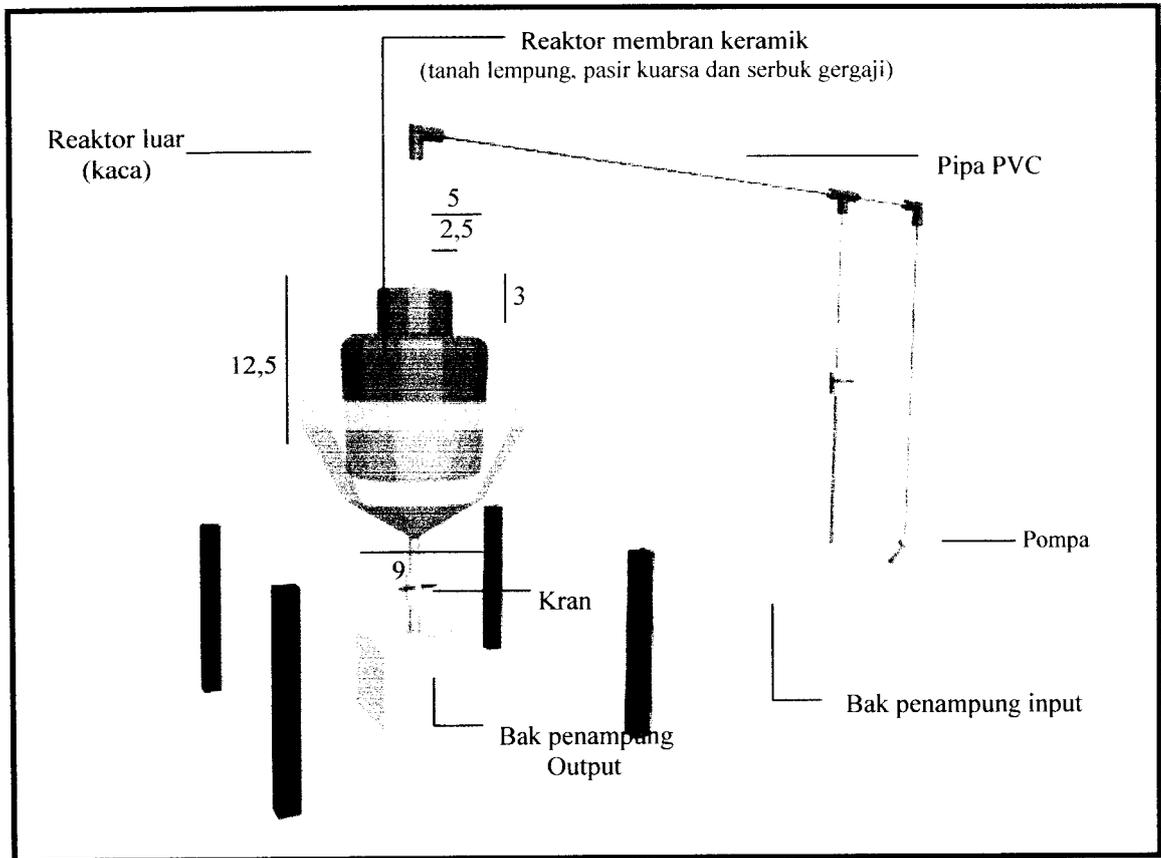
Komposisi pasir kwarsa adalah 10% dari berat tanah lempung, untuk setiap 5 kg tanah lempung.

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.

3.8. Dimensi Reaktor

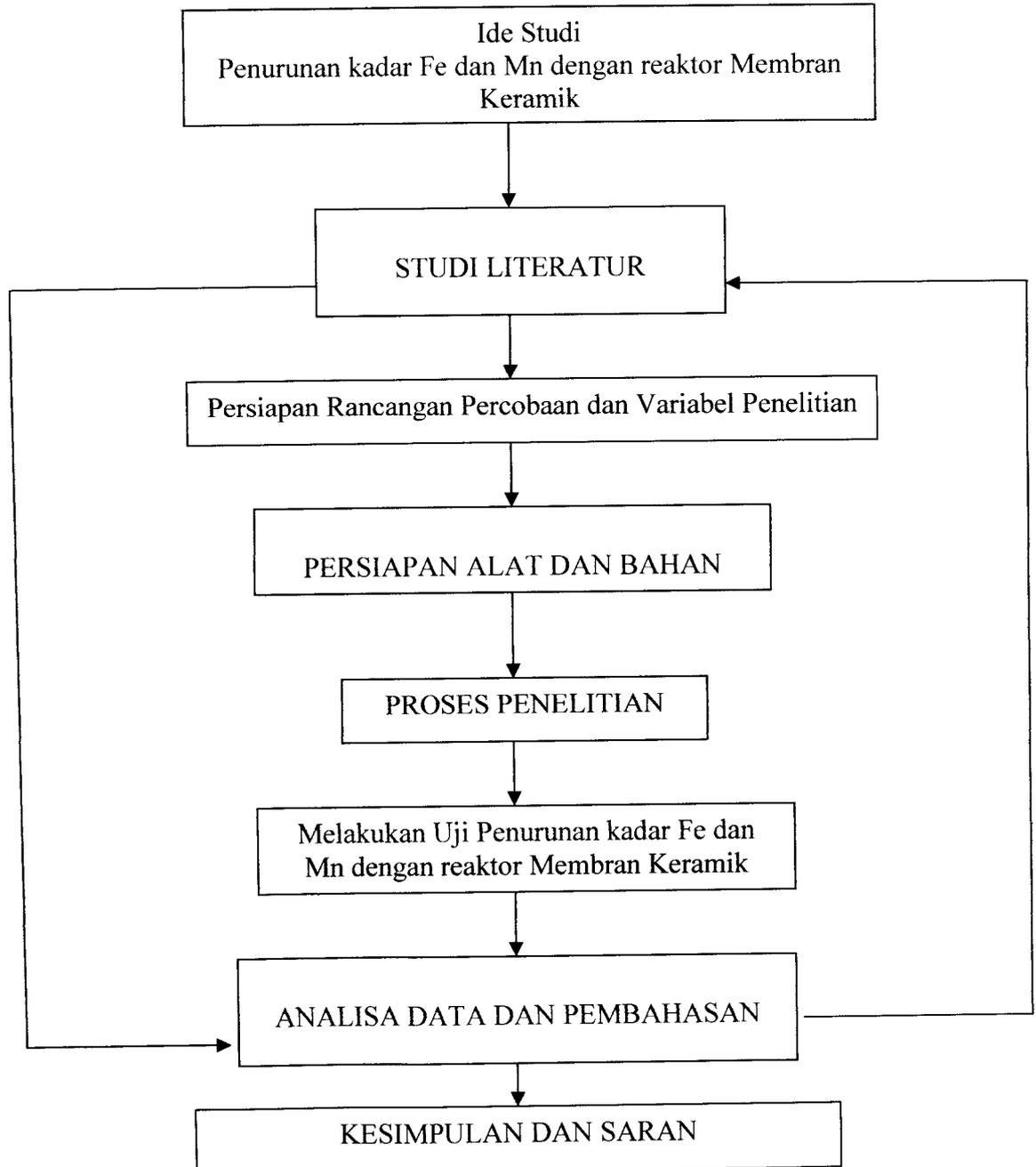
Reaktor yang direncanakan terbuat dari komposisi antara tanah lempung, pasir kuarsa dan serbuk gergaji. Proses dari reaktor ini adalah air tanah dari tempat penampungan (inlet) akan mengalir melalui pipa menuju membran keramik (gerabah), dengan bantuan pompa. Air tanah yang mengalir kedalam membran keramik 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

3.9. Metode Penelitian

Tahapan penelitian " **PENURUNAN KADAR BESI (Fe) DAN MANGAN (Mn) PADA AIR TANAH DENGAN MENGGUNAKAN MEMBRAN KERAMIK**" dapat dilihat pada diagram alir berikut ini:



Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian

3.10. 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 $\frac{1}{2}$ inchi.
- e. Stop kran $\frac{3}{4}$ “ 2 buah.
- f. Bak penampung (ember).
- g. Batol sampel air limbah.

3.11. Analisa Laboratorium

Effluent hasil penyaringan dianalisa di Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan FTSP UII Yogyakarta menggunakan metode kolorimetri untuk Fe dan metode spektrofotometri untuk Mn. Untuk petunjuk pengukuran Fe menggunakan SNI 19-1127-1989; AWWA 3500-Fe D dan untuk pengukuran Mn menggunakan SNI 19-1133-1989; AWWA 3500-Mn D (Cara uji kadar Fe dan Mn dengan menggunakan SNI terlampir.

3.12. Analisa Data

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

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

3.13. 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 :

$$t_{hitung} = \frac{\overline{x_1 - x_2}}{\sqrt{\frac{s_1}{n_1} + \frac{s_2}{n_2} - 2r\left(\frac{S_1}{\sqrt{n_1}}\right)\left(\frac{S_2}{\sqrt{n_2}}\right)}}$$

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Kadar Fe Total dan Mn pada air baku

Pengelolaan dalam konsep teknologi bersih adalah suatu upaya atau usaha meminimalkan pencemaran terhadap air dengan melakukan studi suatu sistem dalam pola air. Pemeriksaan dan pengolahan air sangat penting dilakukan untuk mengetahui apakah air yang akan dikonsumsi oleh masyarakat sudah memenuhi standar kualitas air minum atau belum. Air baku yang akan digunakan sebagai objek penelitian ini diambil dari sumur gali yang ada di Dusun Donolayan Rt 01/Rw 22 Donoharjo-Ngaglik, Sleman. Untuk pengolahan air baku tersebut akan digunakan reaktor membran keramik dengan variasi serbuk gergaji 2,5%, 5% dan 7,5%.

Berdasarkan analisis laboratorium awal terhadap air sumur gali khususnya Fe dan Mn diketahui bahwa konsentrasi kedua parameter tersebut sangat fluktuatif. Hasil pengujian awal dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.1. Kadar Fe dan Mn yang digunakan pada reaktor Membran Keramik.

No	Parameter	Variasi serbuk gergaji (%)	satuan	Hasil analisa
1	Fe	2,5	mg/l	2,608
2		5	mg/l	4,404
3		7,5	mg/l	4,712
4	Mn	2,5	mg/l	0,581
5		5	mg/l	1,683
6		7,5	mg/l	2,014

(Sumber : Data Primer 2006)

Dari hasil analisis laboratorium diatas dapat dilihat konsentrasi dari Fe dan Mn sangat tinggi dan melebihi standar kualitas air yang akan digunakan sebagai air minum. 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 1, 2, 3, 4, 5 dan 6. Pemeriksaan dilakukan untuk mengetahui kandungan Fe total dan Mn yang terkandung dalam air minum yang berasal dari air sumur gali. Hasil analisa laboratorium untuk konsentrasi besi total dan mangan diharapkan memenuhi standar baku mutu air bersih yang ditetapkan. Sebagaimana tertuang dalam Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No: 907/MENKES/ SK/ VII/ 2002 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, batas maksimum untuk parameter besi adalah 0,3 mg/l dan mangan 0,1 mg/L. Pemeriksaan parameter besi (Fe) dan mangan (Mn) dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia. Hasil analisis menyangkut konsentrasi

besi total dan mangan yang terkandung dalam air sumur masyarakat, yaitu pada inlet dan outlet dari reaktor membran keramik.

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

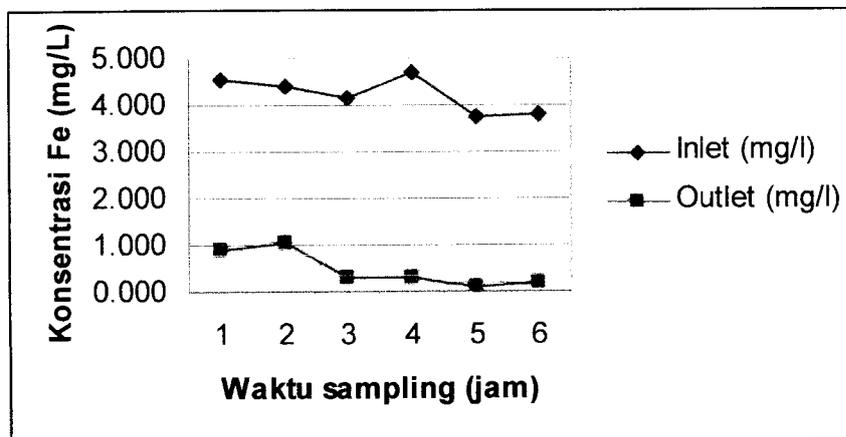
4.2. Hasil Pengujian Fe Total dengan Menggunakan Membran Keramik

Adapun hasil pengujian Fe Total 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 Fe Total pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 2.5% dapat dilihat pada Tabel 4.2 serta gambar 4.1. dan 4.2. berikut :

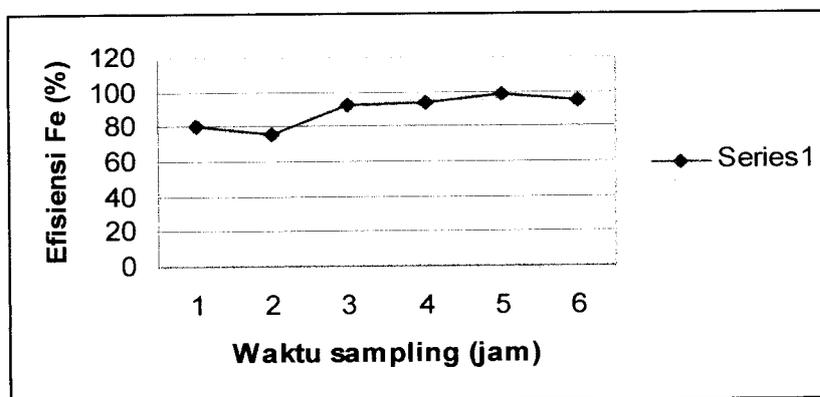
Tabel 4.2. Hubungan antara waktu dengan konsentrasi Fe Total serta efisiensi Removal dengan menggunakan membran keramik variasi serbuk gergaji 2,5%

Waktu (jam)	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	Efisiensi (%)
1	4,533	0,906	80,01
2	4,408	1,054	76,08
3	4,126	0,318	92,29
4	4,723	0,288	93,90
5	3,740	0,082	97,80
6	3,783	0,214	94,34

(sumber, data primer 2006)



Gambar 4.1. Konsentrasi Fe Total pada membran keramik variasi serbuk gergaji 2,5%



Gambar 4.2. Hubungan efisiensi removal Fe Total dengan variasi waktu pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 2.5%.

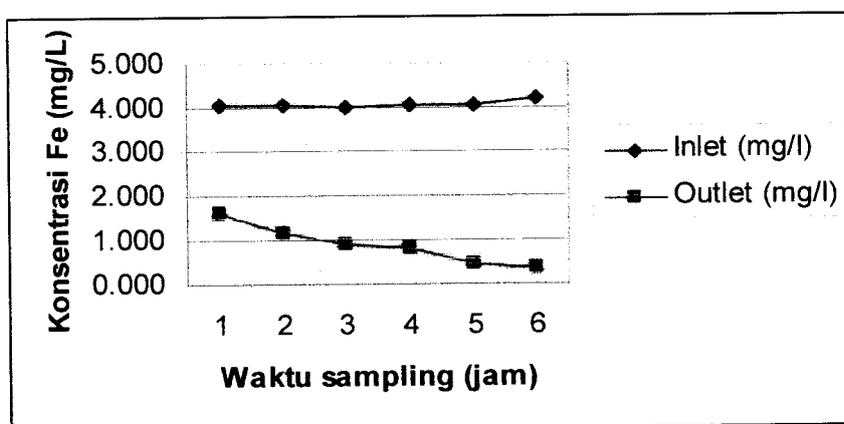
Pada Tabel 4.2. terlihat bahwa efisiensi removal konsentrasi Fe Total untuk membran keramik dengan variasi serbuk gergaji 2,5% pada variasi waktu 1, 2, 3, 4, 5 dan 6 jam berturut-turut adalah **80,01%**, **76,08%**, **92,29%**, **93,90%**, **97,80%** dan **94,34%**. Tingkat efisiensi terendah terjadi pada waktu 2 jam yaitu **76,08%** dan tingkat efisiensi tertinggi terjadi pada waktu 5 jam yaitu **97,80%**.

Berikut ini adalah hasil dan grafik pengukuran parameter Fe Total pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 5% yang dapat dilihat pada Tabel 4.3 serta gambar 4.3. dan 4.4 :

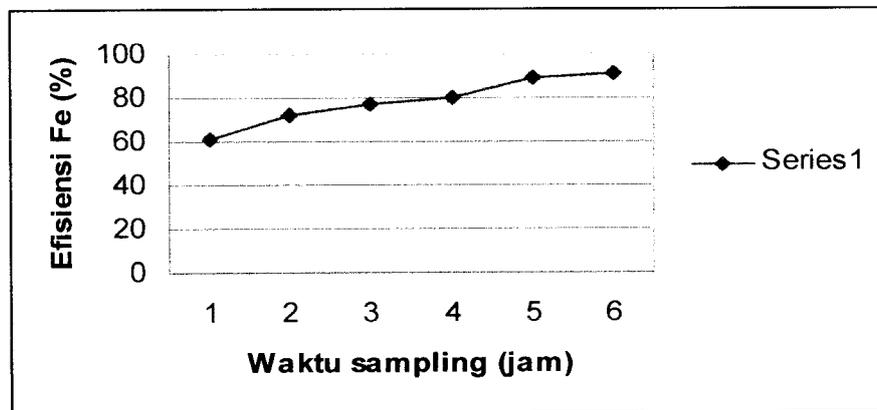
Tabel 4.3. Hubungan antara waktu dengan konsentrasi Fe Total serta efisiensi rmoval dengan menggunakan membran keramik variasi serbuk gergaji 5%

Waktu (jam)	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	Efisiensi (%)
1	4,063	1,582	61,06
2	4,059	1,153	71,59
3	3,990	0,906	77,29
4	4,058	0,822	79,74
5	4,063	0,467	88,50
6	4,188	0,369	91,18

(sumber, data primer 2006)



Gambar 4.3. Konsentrasi Fe Total pada membran keramik variasi serbuk gergaji 5%



Gambar 4.4. Hubungan efisiensi removal Fe Total serta efisiensi removal dengan variasi waktu pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 5%.

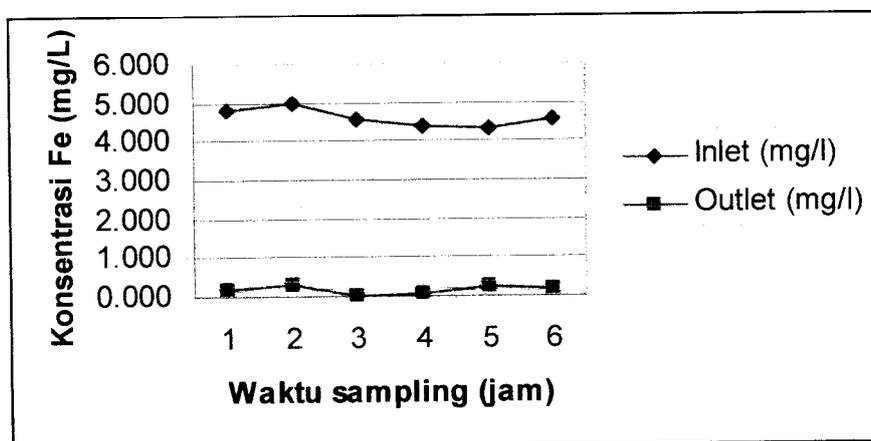
Pada Tabel 4.3. terlihat bahwa efisiensi removal konsentrasi Fe Total untuk membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 5% pada variasi waktu 1, 2, 3, 4, 5 dan 6 jam berturut-turut adalah **61,06%**, **71,59%**, **77,29%**, **79,74%**, **88,50%** dan **91,18%**. Tingkat efisisensi terendah terjadi pada waktu 1 jam yaitu **61,06%**, sedangkan efisiensi removal tertinggi terjadi pada waktu 6 jam yaitu **91,18%**.

Berikut ini adalah hasil dan grafik pengukuran parameter Fe Total pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5% yang dapat dilihat pada Tabel 4.4 serta gambar 4.5. dan 4.6 :

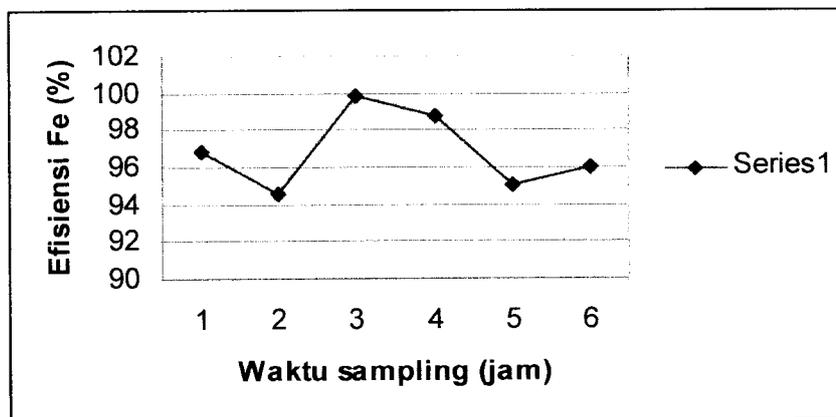
Tabel 4.4. Hubungan antara waktu dengan konsentrasi Fe Total dengan menggunakan membran keramik variasi serbuk gergaji 7.5%

Waktu (jam)	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	Efisiensi (%)
1	4,778	0,153	96,79
2	4,986	0,274	94,50
3	4,565	0,006	99,86
4	4,355	0,055	98,73
5	4,322	0,213	95,07
6	4,533	0,184	95,94

(sumber, data primer 2006)



Gambar 4.5. Konsentrasi Fe Total pada membran keramik variasi serbuk gergaji 7.5%



Gambar 4.6. Hubungan efisiensi removal Fe Total dengan variasi waktu pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5%.

Pada Tabel 4.4 terlihat bahwa efisiensi removal konsentrasi Fe Total untuk membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5% pada variasi waktu 1, 2, 3, 4, 5 dan 6 jam berturut-turut adalah 96,79%, 94,50%, 99,86%, 98,73%, 95,07% dan 95,95%. Tingkat efisiensi removal yang terendah terjadi pada waktu 2 jam yaitu 94,50%, sedangkan efisiensi removal tertinggi terjadi pada waktu 3 jam yaitu 99,86%.

4.2.1. T test Analisa Fe 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 :

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

Dimana :

r = nilai korelasi X1 dengan X2

n = Jumlah sample

\bar{x}_1 = Rata-rata sample ke 1

\bar{x}_2 = 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 Fe dengan variasi serbuk gergaji 2,5% adalah sebagai berikut :

Rata-rata	:	\bar{x}_1	= 4.21883
		\bar{x}_2	= 0.477
Standar Deviasi	:	s1	= 0.40411
		s2	= 0.40079
Varians	:	S1	= 0.1633
		S2	= 0.16063
Korelasi	:	r1	= 0.57688

$$t_{\text{hitung}} = 22.6593$$

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

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 $-1,812 < 22.6593 < 1,812$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Sehingga dapat disimpulkan :

Analisa Fe Total dengan menggunakan uji t pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 2,5% menunjukkan bahwa hasil nilai $t_{\text{tabel}} 22.6593 > 1,812$ maka dapat dikatakan bahwa perbedaan yang signifikan antara konsentrasi Fe Total pada inlet dan outlet air sumur.

4.2.2. T test Analisa Fe Pada Membran Keramik dengan Variasi serbuk gergaji 5%

$$\text{Rata-rata} \quad : \quad \bar{x}_1 = 4.07017$$

$$\bar{x}_2 = 0.883$$

$$\text{Standar Deviasi} \quad : \quad s_1 = 0.06432$$

$$s_2 = 0.44757$$

$$\text{Varians} \quad : \quad S_1 = 0.00414$$

$$S_2 = 0.20032$$

$$\text{Korelasi} \quad : \quad r_1 = -0.4634$$

$$t_{\text{hitung}} = 6.4904$$

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 $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \leq + t \text{ tabel}$, atau $-1,812 < 6.4904 < 1,812$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Sehingga dapat disimpulkan :

Analisa Fe Total dengan menggunakan uji t pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 5% menunjukkan bahwa hasil nilai t tabel $6.4904 > 1,812$ maka dapat dikatakan bahwa perbedaan yang signifikan antara konsentrasi Fe Total pada inlet dan outlet air sumur.

4.2.3. T test Analisa Fe Pada Membran Keramik dengan Variasi serbuk gergaji 7,5%

Rata-rata : $\bar{x}_1 = 4.58983$

$\bar{x}_2 = 0.1475$

Standar Deviasi : $s_1 = 0.2542$

$s_2 = 0.10023$

Varians : $S_1 = 0.06462$

$S_2 = 0.01005$

Korelasi : $r_1 = 0.44561$

$t_{\text{hitung}} = 74.7867$

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 $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \geq + t$ tabel, atau $-1,812 < 74.7867 > 1,812$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Sehingga dapat disimpulkan :

Analisa Fe Total dengan menggunakan uji t pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5% menunjukkan bahwa hasil nilai t tabel $74.7867 > 1,812$ maka dapat dikatakan bahwa perbedaan yang signifikan antara konsentrasi Fe Total pada inlet dan outlet air sumur.

4.2.4. Pembahasan Konsentrasi Fe Total

Pengujian Fe total pada penelitian ini menggunakan membran keramik dengan variasi serbuk gergaji 2.5%, 5% dan 7.5%, karena berdasarkan tabel 4.1. diketahui bahwa konsentrasi Fe pada objek penelitian telah melebihi ambang batas yang telah ditetapkan dalam Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No : 907/ MENKES/ SK/ VII/ 2002 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum yaitu sebesar 0.3 mg/l sehingga diperlukan pengolahan terlebih dahulu. Air baku yang digunakan sebagai objek penelitian ini diambil dari sumur gali di Dusun Donolayan Rt 01/Rw 22 Donoharjo, Ngaglik-Sleman. 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 Fe total di laboratorium.

Pada penelitian ini digunakan membran keramik dengan 3 variasi serbuk gergaji berturut-turut 2.5%, 5% dan 7.5%. maksud dari variasi serbuk gergaji ini adalah penggunaan serbuk gergaji dengan jumlah 25 gr, 50 gr dan 75 gr 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 4.5. Porositas dari membran keramik dengan variasi serbuk gergaji 2,5%, 5% dan 7,5%

Variasi serbuk gergaji (%)	Porositas (m)
2.5	$34,6359.10^{-4}$
5	$35,0416.10^{-4}$
7.5	$34,4026.10^{-4}$

Pada membran keramik, sampel diambil pada influent dan effluent. Hal ini dimaksudkan karena konsentrasi dari parameter yang akan diteliti selalu berubah-ubah tiap waktu (tidak stabil). Maka diperlukan pemilihan membran keramik dengan variasi serbuk gergaji yang tepat untuk mengolah air baku.

Dari hasil penelitian menggunakan membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 2,5%, 5% dan 7,5% cenderung mampu menurunkan konsentrasi Fe total. Sedangkan waktu yang efektif untuk penurunan Fe total yaitu jam ke-5 sebesar **97,8%** untuk variasi serbuk gergaji 2,5%, jam ke-6 untuk variasi serbuk gergaji 5% dan jam ke-3 sebesar **99,86%** untuk variasi serbuk gergaji 7,5%. setelah waktu efektif tersebut, terjadi penurunan efisiensi. Hal ini mungkin disebabkan oleh membran keramik yang sudah mengalami *clogging* dan tidak

dapat melakukan filtrasi secara optimal lagi karena partikel-partikel yang teralu besar tertahan dipori-pori membran keramik sehingga air baku sulit untuk lolos melewati pori-pori dari membran keramik tersebut.

Penurunan konsentrasi parameter Fe total dikarenakan adanya proses filtrasi yang terjadi didalam reaktor membran keramik variasi serbuk gergaji 2,5%, 5% dan 7,5%. Ukuran dari partikel Fe^{2+} adalah $1,48 \cdot 10^{-4}$ mikron. Proses filtrasi yang dimaksud adalah partikel-partikel dengan diameter yang lebih besar dari ukuran pori membran akan tertahan. Selain proses filtrasi yang terjadi pada membran keramik, terjadi juga proses adsorpsi yang terjadi akibat tumbukan antara partikel-partikel tersuspensi dengan serbuk gergaji, yang merupakan campuran dalam pembuatan membran keramik, yang merupakan hasil daya tarik menarik partikel-partikel yang bermuatan listrik berlawanan (Razif, 1985). Serbuk gergaji yang terdapat dalam membran keramik tersebut mempunyai muatan listrik negatif, dengan demikian mampu mengadsorpsi partikel-partikel positif.

Dengan temperatur yang cukup tinggi maka akan mempercepat proses oksidasi Fe^{2+} menjadi $Fe(OH)_3$. pH berpengaruh dalam reaksi oksidasi Fe^{2+} yaitu kecepatan oksidasi Fe dengan oksigen akan berjalan lambat pada pH rendah, reaksi akan berjalan lambat pada kondisi pH kurang dari 7 dan pada pH antara 7,5 sampai 8 reaksi akan berjalan sempurna (Robert B William Gordon, 1991)

Faktor lain yang berpengaruh pada reaksi oksidasi Fe dengan oksigen yaitu besarnya jumlah oksigen yang terpakai oleh Fe untuk reaksi oksidasi tersebut. oksigen terlarut yang terdapat didalam air selain digunakan untuk

oksidasi Fe^{2+} , juga digunakan untuk reaksi oksidasi logam lain seperti Mn dan CO_2 .

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi antara lain : karakteristik fisik dan kimia adsorben antara lain : luas permukaan, ukuran pori, komposisi kimia. Sedangkan karakteristik fisis dan kimia adsorbat antara lain : ukuran molekul, plastisitas molekul, komposisi kimia, konsentrasi adsorbat dalam fase cair. Semakin banyak pori-pori yang ada maka semakin luas permukaan, sehingga semakin efektif untuk digunakan menyerap zat pencemar dalam hal ini Fe Total.

Bilamana adsorban dibiarkan berkontak dengan suatu larutan, jumlah zat terlarut yang diadsorpsi pada permukaan adsorban akan meningkat sehingga konsentrasi zat terlarut akan menurun setelah beberapa saat. Kesetimbangan adsorpsi akan tercapai bilamana jumlah molekul yang meninggalkan permukaan adsorban sama dengan jumlah molekul yang diadsorpsi pada permukaan adsorban. Sifat-sifat reaksi adsorpsi yang dapat dilihat dengan mengaitkan kapasitas adsorpsi (massa zat terlarut yang dapat diadsorpsi persatuan massa adsorban) pada konsentrasi kesetimbangan zat terlarut yang tertinggal dalam larutan (T.H.Y. Tebbut, 1990), karena adsorpsi merupakan fenomena fisik yang menyangkut permukaan suatu material maka adsorban yang baik harus berupa struktur berpori yang memiliki permukaan cukup luas setara dengan volumenya, dimana dalam hal ini membran keramik berfungsi sebagai adsorban sedangkan air sumur berfungsi sebagai adsorbat/ solute.

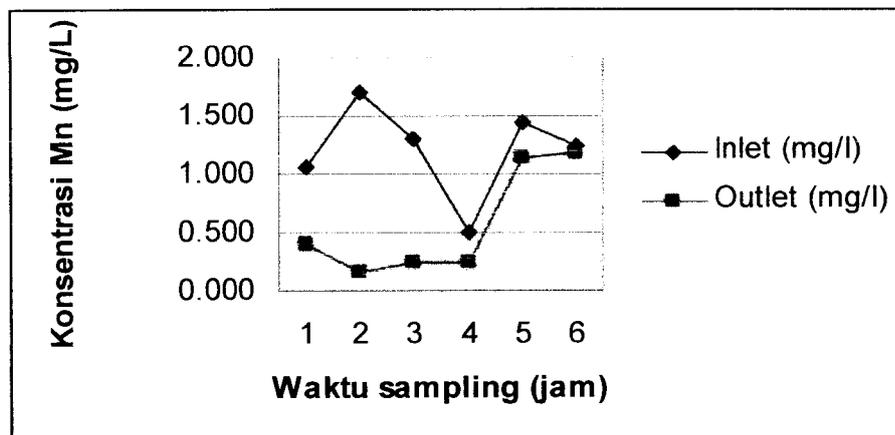
4.3. Hasil Pengujian Mangan (Mn) dengan menggunakan Membran Keramik

Adapun hasil pengujian Mn 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 Mn pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 2,5% dapat dilihat pada Tabel 4.9 serta gambar 4.7 dan 4.8. berikut :

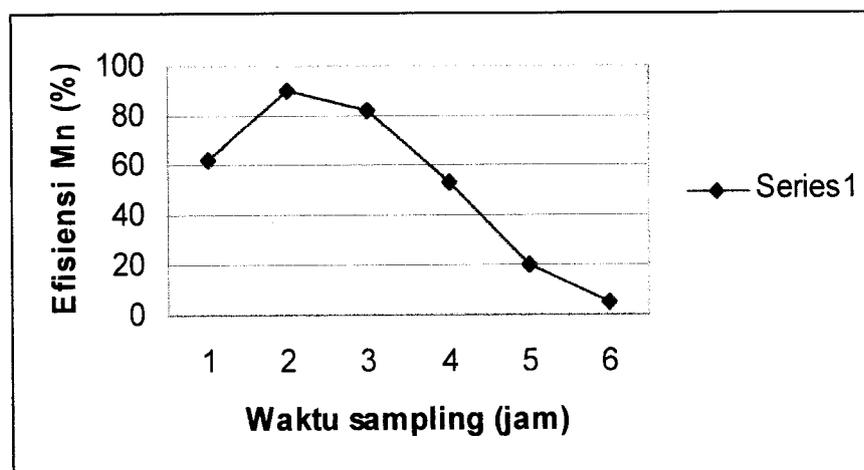
Tabel 4.6. Hubungan antara waktu dengan konsentrasi Mn serta efisiensi removal dengan menggunakan membran keramik variasi serbuk gergaji 2,5%

Waktu (jam)	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	Efisiensi (%)
1	1,060	0,398	62,45
2	1,702	0,169	90,07
3	1,302	0,238	81,72
4	0,502	0,235	53,18
5	1,438	1,145	20,37
6	1,236	1,179	4,61

(sumber, data primer 2006)



Gambar 4.7. Konsentrasi Mn pada membran keramik variasi serbuk gergaji 2,5%



Gambar 4.8. Hubungan efisiensi removal Mn dengan variasi waktu pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 2,5%.

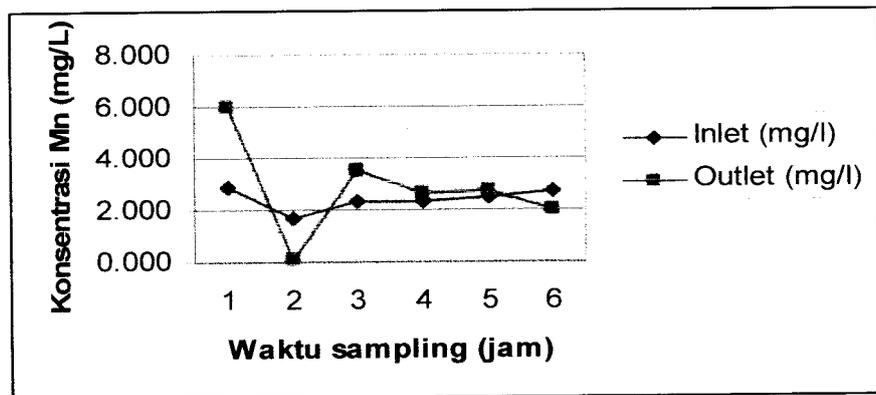
Pada Tabel 4.6 terlihat bahwa efisiensi removal konsentrasi Mn untuk membran keramik dengan variasi serbuk gergaji 2.5% pada variasi waktu 1, 2, 3, 4, 5 dan 6 jam berturut-turut adalah **62,45%**, **90,07%**, **81,72%**, **53,18%**, **20,37%** dan **4,61%**. Tingkat efisiensi terendah terjadi pada waktu 6 jam yaitu **4,61%** dan tingkat efisiensi tertinggi terjadi pada waktu 2 jam yaitu **90,07%**.

Berikut ini adalah hasil dan grafik pengukuran parameter Mn pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 5% yang dapat dilihat pada Tabel 4.7 serta gambar 4.9. dan 4.10 :

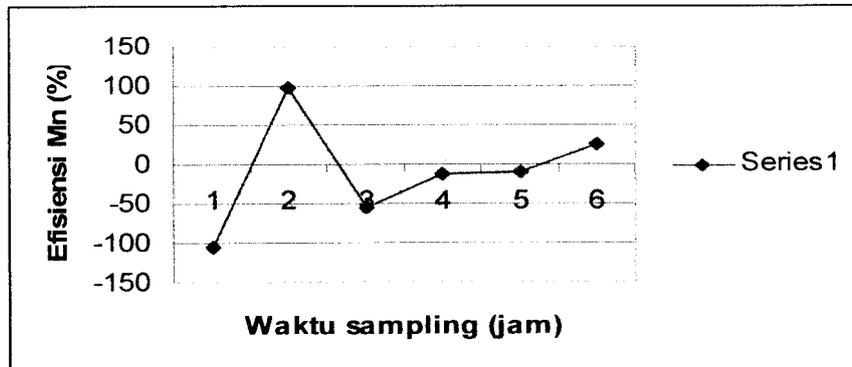
Tabel 4.7. Hubungan antara waktu dengan konsentrasi Mn serta efisiensi removal dengan menggunakan membran keramik variasi serbuk gergaji 5%

Waktu (jam)	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	Efisiensi (%)
1	2,915	5,976	-185,820
2	1,699	0,055	96,76
3	2,310	3,560	-54,110
4	2,338	2,628	-12,4
5	2,480	2,757	-11,160
6	2,704	2,001	25,99

(sumber, data primer 2006)



Gambar 4.9. Konsentrasi Mn pada membran keramik variasi serbuk gergaji 5%



Gambar 4.10. Hubungan efisiensi removal Mn dengan variasi waktu pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 5%.

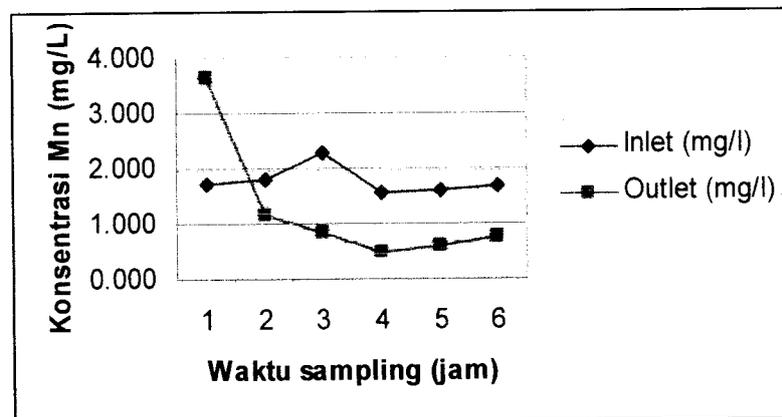
Pada Tabel 4.7. terlihat bahwa efisiensi removal konsentrasi Mn untuk membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 5% pada variasi waktu 1, 2, 3, 4, 5 dan 6 jam berturut-turut adalah **-185,82%**, **96,76%**, **-54,11%**, **-12,40%**, **-11,16%** dan **25,99%**. Tingkat efisiensi terendah terjadi pada waktu 1 jam yaitu **-185,82%**, sedangkan efisiensi removal tertinggi terjadi pada waktu 2 jam yaitu **96,76%**.

Berikut ini adalah hasil dan grafik pengukuran parameter Mn pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7.5% yang dapat dilihat pada Tabel 4.8serta gambar 4.11. dan 4.12 :

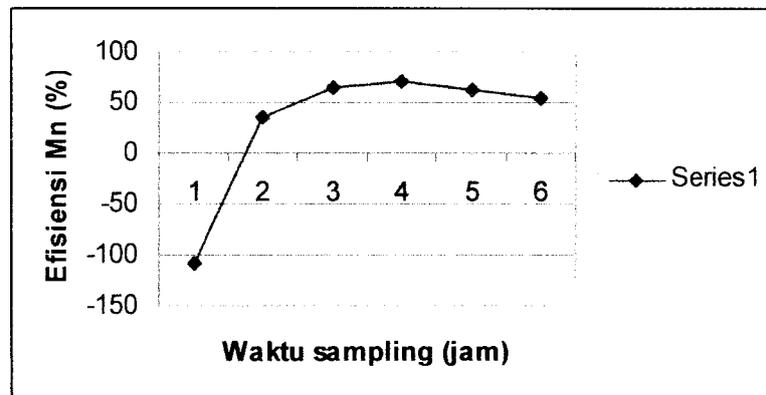
Tabel 4.8. Hubungan antara waktu dengan konsentrasi Mn serta efisiensi removal dengan menggunakan membran keramik variasi serbuk gergaji 7,5%

Waktu (jam)	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	Efisiensi (%)
1	1,740	3,633	-108,790
2	1,797	1,179	34,39
3	2,294	0,830	63,81
4	1,576	0,465	70,49
5	1,586	0,606	61,79
6	1,686	0,773	54,15

(sumber, data primer 2006)



Gambar 4.11. Konsentrasi Mn pada membran keramik variasi serbuk gergaji 7,5%



Gambar 4.12. Hubungan efisiensi removal Mn dengan variasi waktu pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5%.

Pada Tabel 4.8 terlihat bahwa efisiensi removal konsentrasi Mn untuk membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7.5% pada variasi waktu 1, 2, 3, 4, 5 dan 6 jam berturut-turut adalah **-108,790%**, **34,39%**, **63,81%**, **70,49%**, **61,79%** dan **54,15%**. tingkat efisiensi removal terendah terjadi pada waktu 1 jam yaitu **-108,79%** sedangkan efisiensi removal tertinggi terjadi pada waktu 4 jam yaitu **70,49%**.

4.3.1. T test Analisa Mn Pada Membran Keramik dengan Variasi serbuk gergaji 2,5%

Rata-rata : $\bar{x}_1 = 1.206666667$

$\bar{x}_2 = 0.560666667$

Standar Deviasi : $s_1 = 0.406665792$

$s_2 = 0.471978248$

Varians : $S_1 = 0.165377067$

$S_2 = 0.222763467$

Korelasi : $r_1 = 0.189531926$

$$t_{\text{hitung}} = 1.4649$$

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

Sehingga diperoleh t tabel = 1,812

Dengan membandingkan t tabel dengan t hitung ternyata $-t_{\text{tabel}} \leq t_{\text{hitung}} \leq +t_{\text{tabel}}$, atau $-1,812 < 1.4649 < 1,812$, maka H_0 diterima dan H_a ditolak. Sehingga dapat disimpulkan :

Analisa Mn dengan menggunakan uji t pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 2,5% menunjukkan bahwa hasil nilai t tabel $1.4649 < 1,812$ maka dapat dikatakan bahwa tidak terjadi perbedaan yang signifikan antara konsentrasi Mn pada inlet dan outlet air sumur.

4.3.2. T test Analisa Mn Pada Membran Keramik dengan Variasi serbuk gergaji 5%

$$\text{Rata-rata} \quad : \quad \bar{x}_1 = 2.407667$$

$$\bar{x}_2 = 2.8295$$

$$\text{Standar Deviasi} \quad : \quad s_1 = 0.416421$$

$$s_2 = 1.9423807$$

$$\text{Varians} \quad : \quad S_1 = 0.173407$$

$$S_2 = 3.7728427$$

$$\text{Korelasi} \quad : \quad r_1 = 0.804713$$

$$t_{\text{hitung}} = -0.3888$$

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

Sehingga diperoleh t tabel = 1,812

Dengan membandingkan t tabel dengan t hitung ternyata $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \geq + t$ tabel, atau $-1,812 < -0.3888 > 1,812$, maka H_0 diterima dan H_a ditolak. Sehingga dapat disimpulkan :

Analisa Mn dengan menggunakan uji t pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5% menunjukkan bahwa hasil nilai t tabel $-0.3888 > 1,812$ maka dapat dikatakan bahwa tidak terjadi perbedaan yang signifikan antara konsentrasi Mn pada inlet dan outlet air sumur.

4.3.3. T test Analisa Mn Pada Membran Keramik dengan Variasi serbuk gergaji 7,5%

Rata-rata	:	\bar{x}_1	= 1.779833
		\bar{x}_2	= 1.247667
Standar Deviasi	:	s_1	= 0.266148
		s_2	= 1.193196
Varians	:	S_1	= 3.639509
		S_2	= 1.423717
Korelasi	:	r_1	= 0.011024

$$t_{\text{hitung}} = 0.4616$$

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

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

Dengan membandingkan t tabel dengan t hitung ternyata $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \geq + t$ tabel, atau $-1,812 < 0.4616 > 1,812$, maka H_0 diterima dan H_a ditolak. Sehingga dapat disimpulkan :

Analisa Mn dengan menggunakan uji t pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5% menunjukkan bahwa hasil nilai t tabel $0.4616 > 1,812$ maka dapat dikatakan bahwa tidak terjadi perbedaan yang signifikan antara konsentrasi Mn pada inlet dan outlet air sumur.

4.3.4. Pembahasan Konsentrasi Mangan (Mn)

Pengujian konsentrasi Mn pada penelitian ini menggunakan reaktor membran keramik dengan variasi komposisi serbuk gergaji yang sama pada pengujian Fe total yaitu 2.5%, 5% dan 7.5%. Karena berdasarkan pada tabel 4.1 diketahui bahwa kadar Mn pada air objek penelitian telah melebihi ambang batas yang telah ditetapkan dalam Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, No : 907/ MENKES/ SK/ VII/ 2002 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum yaitu sebesar 0.1 mg/l sehingga diperlukan pengolahan terlebih dahulu, maka pada penelitian ini digunakan membran keramik.

Pemeriksaan Mn dengan menggunakan membran keramik variasi serbuk gergaji 2.5% terlihat cenderung mengalami penurunan konsentrasi dan mencapai waktu efektif 2 jam untuk penurunan konsentrasi Mn sebesar **90.07%** dan dengan semakin bertambahnya waktu sampai jam ke-6 konsentrasi Mn mengalami penurunan efisiensi removal.

Untuk pemeriksaan Mn dengan menggunakan membran keramik dengan variasi serbuk gergaji 5% menunjukkan kecenderungan kenaikan konsentrasi dari Mn atau penurunan efisiensi removal. Untuk konsentrasi Mn dengan membran keramik variasi serbuk gergaji 5% dapat dilihat pada tabel 4.10. dapat

menurunkan konsentrasi Mn secara efektif pada waktu 2 jam sebesar **96.76%** kemudian konsentrasi Mn sampai waktu 5 jam cenderung mengalami kenaikan kemudian mengalami penurunan lagi pada jam ke-6. sedangkan untuk konsentrasi Mn dengan menggunakan membran keramik variasi serbuk gergaji 7.5% cenderung mengalami penurunan walaupun pada waktu 1 jam pertama konsentrasi Mn mengalami kenaikan cukup tinggi yaitu **-108.79%** tetapi konsentrasi Mn mengalami penurunan efektif pada waktu 4 jam yaitu **70.49%**. kecenderungan kenaikan konsentrasi Mn pada outlet dari membran keramik variasi serbuk gergaji 5% dan 7.5% kemungkinan disebabkan oleh adanya proses aerasi yang secara tidak sengaja terjadi pada inlet dari objek pada penelitian yang berasal dari selang yang digunakan sebagai pencegah aliran balik. Adapun reaksi penurunan Mn pada inlet dari objek penelitian ini sebagai berikut :



Oksigen terlarut juga sangat dibutuhkan dalam proses oksidasi Mn^{2+} . Untuk mengoksidasi 1 mg/L Mn^{2+} membutuhkan 0,29mg/L O_2 . Seperti halnya pada Fe^{2+} , penurunan konsentrasi Mn^{2+} juga sangat dipengaruhi besarnya oksigen terlarut dan faktor-faktor yang lain seperti temperatur, pH dan faktor-faktor cuaca, seperti angin dan sinar matahari, pH berpengaruh dalam reaksi oksidasi mangan yaitu kecepatan oksidasi mangan dengan oksigen akan berjalan lambat pada kondisi pH rendah, reaksi akan berjalan lambat jika pH kurang dari 7 dan pH antara 7,5 sampai 8 reaksi akan berjalan sempurna. dengan temperatur yang cukup tinggi maka proses oksidasi akan berlangsung dengan cepat. untuk

faktor lain yang berpengaruh dimungkinkan karena adanya proses aerasi yang akan berpengaruh pada jumlah oksigen terlarut yang akan masuk kedalam air.

Dengan adanya proses aerasi, mangan telah dalam bentuk Mn^{4+} . Penurunan kadar Mn^{4+} karena adanya proses adsorpsi. banyaknya pori-pori yang terdapat pada membran keramik, menyebabkan makin luasnya permukaan membran keramik sehingga mempengaruhi proses adsorpsi menjadi semakin besar.

Proses ini dimungkinkan melalui suatu fenomena tarik-menarik antara permukaan media bermuatan dengan molekul-molekul bersifat polar. Apabila suatu molekul bermuatan menyentuh suatu permukaan yang memiliki muatan berlawanan maka molekul tersebut akan terikat secara kimiawi pada permukaan tersebut. Pada kondisi tertentu molekul-molekul ini dapat ditukar posisinya dengan molekul lain yang berada dalam air yang memiliki kecenderungan lebih tinggi untuk diikat.

Pada air tanah mangan dalam bentuk Mn^{2+} , dengan adanya proses aerasi akan terjadi reaksi oksidasi Mn^{2+} menjadi Mn^{4+} . aerasi akan menambah oksigen terlarut yang ada didalam air. Pada aerasi akan terjadi reaksi oksidasi antara Mn^{2+} dengan oksigen yang akan mengubah Mn^{2+} menjadi Mn^{4+} dalam bentuk endapan.

Penurunan konsentrasi mangan pada outlet terjadi karena membran keramik mulai jenuh. Jenuhnya membran keramik dapat disebabkan karena pori-pori telah terisi penuh oleh zat-zat pencemar termasuk mangan sehingga tidak mampu lagi menyerap mangan.

Penurunan konsentrasi parameter Mn dikarenakan adanya proses filtrasi yang terjadi didalam reaktor membran keramik variasi serbuk gergaji 2.5%, 5% dan 7.5%. proses filtrasi yang dimaksud adalah partikel-partikel dengan diameter yang lebih besar dari ukuran pori membran akan tertahan. Selain proses filtrasi yang terjadi pada membran keramik, terjadi juga proses adsorpsi yang terjadi akibat tumbukan antara partikel-partikel tersuspensi dengan serbuk gergaji, yang merupakan campuran dalam pembuatan membran keramik, yang merupakan hasil daya tarik menarik partikel-partikel yang bermuatan listrik berlawanan (Razif, 1985). Serbuk gergaji yang terdapat dalam membran keramik tersebut mempunyai muatan listrik negatif, dengan demikian mampu mengadsorpsi partikel-partikel positif.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

- Membran keramik dapat menurunkan konsentrasi Fe dengan baik tetapi tidak begitu efektif jika digunakan untuk menurunkan konsentrasi Mn
- Untuk menurunkan kadar Fe, yang paling efektif menggunakan membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5%, sedangkan untuk menurunkan konsentrasi dari Mn, membran keramik yang paling efektif adalah membran keramik dengan variasi serbuk gergaji 5%.
- Fe mengalami penurunan konsentrasi pada waktu 3 jam yaitu sebesar 99,86% dengan menggunakan membran keramik variasi serbuk gergaji 7,5%. Sedangkan untuk Mn mengalami penurunan konsentrasi pada waktu 2 jam yaitu 96,76% dengan menggunakan membran keramik variasi serbuk gergaji 5%.

5.2. Saran

- Sebaiknya sebelum digunakan membran keramik dicuci dan diruning terlebih dahulu menggunakan air bersih dengan tujuan untuk menghilangkan sisa-sisa dari pembakaran keramik tersebut.
- Sebaiknya dilakukan pengukuran pH pada setiap pengambilan sampel.



- Menambah variasi waktu agar didapat penurunan konsentrasi Fe dan Mn yang efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts G., dan S. S Santika,. 1984. *Metode Penelitian Air*, Usaha Nasional, Surabaya, Indonesia
- Anis al layla, Mashamin Ahmad, E. Joe Meddebrok., 1978, *Water Supply Engineering Design.*, AM Arbor Science, Michigan.
- Asria, M., Kajian Karakterisasi, *Modifikasi Zeolit Alam Sebagai Penukar Kation Dan Sedimentasi terhadap ion Cs⁺*, UGM Yogyakarta
- Cecep Suhendar., 1991,. Skripsi, *Penurunan Kadar Besi dan Mangan Dengan Pasir Aktif.*, jurnal Purifikasi, Vol 2, No 5, September 2001.
- Christady, H. H. 2002. *Mekanika tanah I*. Edisi Kedua. Universitas Gadjah Mada; Yogyakarta
- Dan Pemanfaatan *Serbuk Gergaji Dalam Pengolahannya*. Diambil dari website www.google.com. Update 2002. Download 4 April 2006.
- Grim, R.E. 1953. *Clay Mineralogy*, Second Edition, Mc Graw Hill Book Company; New York
- Hadi, Fajar., 1980. *Ilmu Teknik Penyehatan 2.*, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta
- Hammer, M. J, 1977, *Water and Wastewater Technology Edisi ke-3*, John Willey & Sons.
- Lase, E. P., *Pengaktifan Zeolit Gunung Kidul Sebagai Bahan Penyerap Cesium*, STTL, Yogyakarta

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

Nuryanti., *Penyerapan Logam-logam Penyebab Kesadahan Air dengan Menggunakan Zeolit*, UII Yogyakarta

Olpen, V. 1993. *An Introduction To Clay Colloid Chemistry*. Willey Interscience. New York

Permana H. P.,1994., Skripsi STTL., *Penurunan Kadar Fe dan Mn Air Sumur Gali Menggunakan Pasir Kuarsa yang diaktifkan Dengan $KmNO_4$ 5%.*, STTL., Yogyakarta

Razif, M., 1985., *Pengolahan Air Minum*, Diktat TP-FTSP-ITS, Surabaya

Rhidany. F., *Solidifikasi Limbah Kromium Industri Penyamakan Kulit Dengan teknik keramik*, UII Yogyakarta

S. Kawamura, *Integrated Design Of Water Treatment Facilities*, John Wiley & Sons, Inc, NY

Saifullah dan Hariwako Indaryanto, *Studi Efektifitas Saringan Pasir Aktif Menurunkan Kadar Besi dalam Air Sumur*, Jurusan teknik Lingkungan, FTSP-ITS, Jurnal Purifikasi, Vol 2, No.5, September 2001

Slamet, J. S., 1994, *Kesehatan Lingkungan*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta

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

T. H. Y. Tebbutt., 1960, *Prinsip-prinsip Pengendalian Kualitas Air*, Departement of Civil Engineering, University of Birmingham

Tchobanoglous, G, and Burton, F. L. 1991. *Wastewater Engineering*. Third Edition, Mc Graw- Hill, New York. 1334 p

WWA., 1969, *Water Treatment Plant Design*, New York.

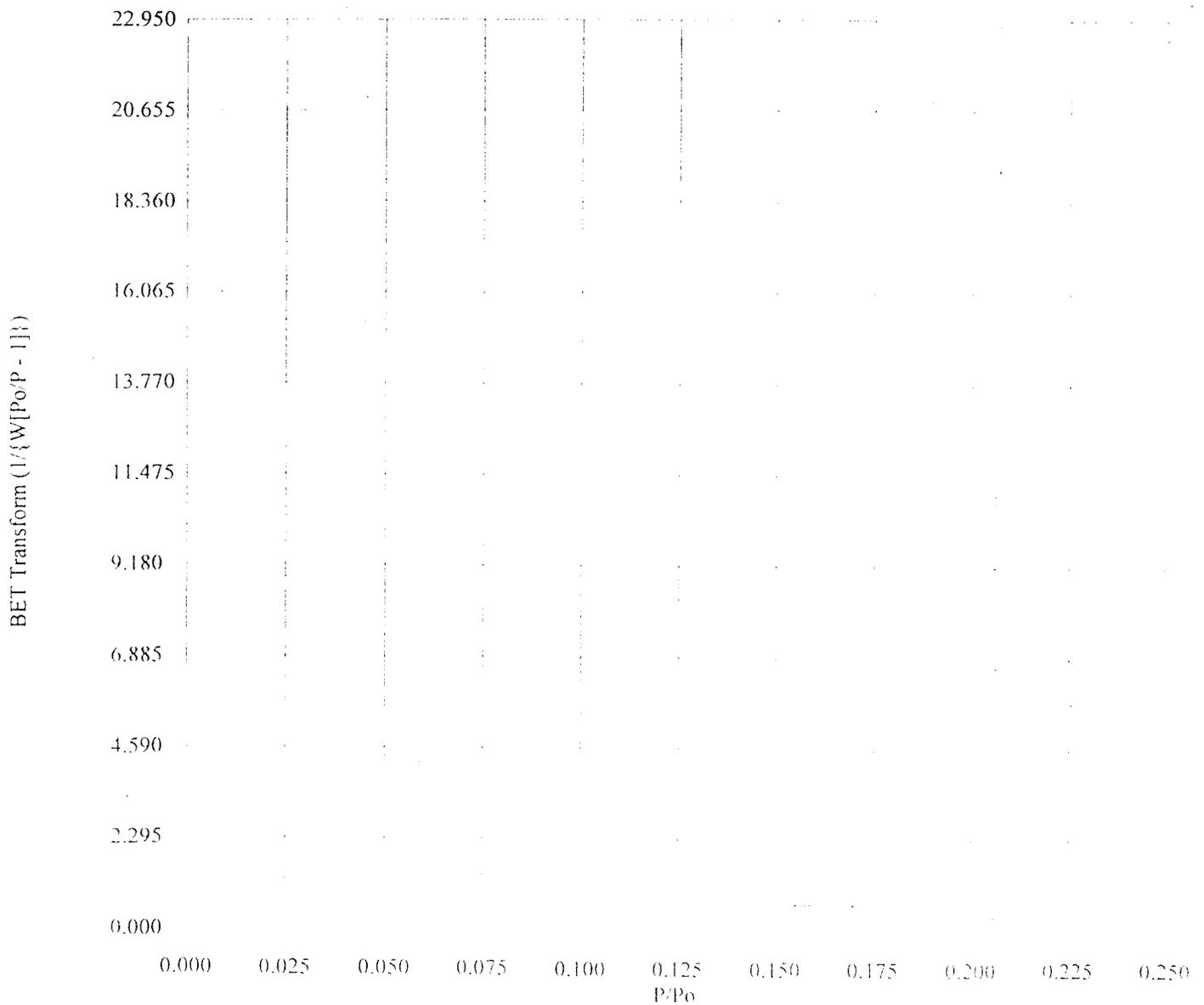
Yuliantara, S., *Pengaruh Aditif (Na-Silikat) Dan Suhu Bakar Terhadap Pembentukan Keramik Sebagai Imobilisasi Limbah Uranium*, STTL Yogyakarta

LAMPIRAN I

HASIL PENGUJIAN POROSITAS BATAN

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

Multi BET (Adsorption)



File Name = 617a.dat

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

Multi BET (Adsorption)

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

Cummulative Pore Volume (cc/g e-03)

File Name = 617a.dat

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		
Type	= User	Po	= 750.86 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	Wed Oct 11 11:11:08 2006	Analysis End Time	= Wed Oct 11 12:37:34 2006

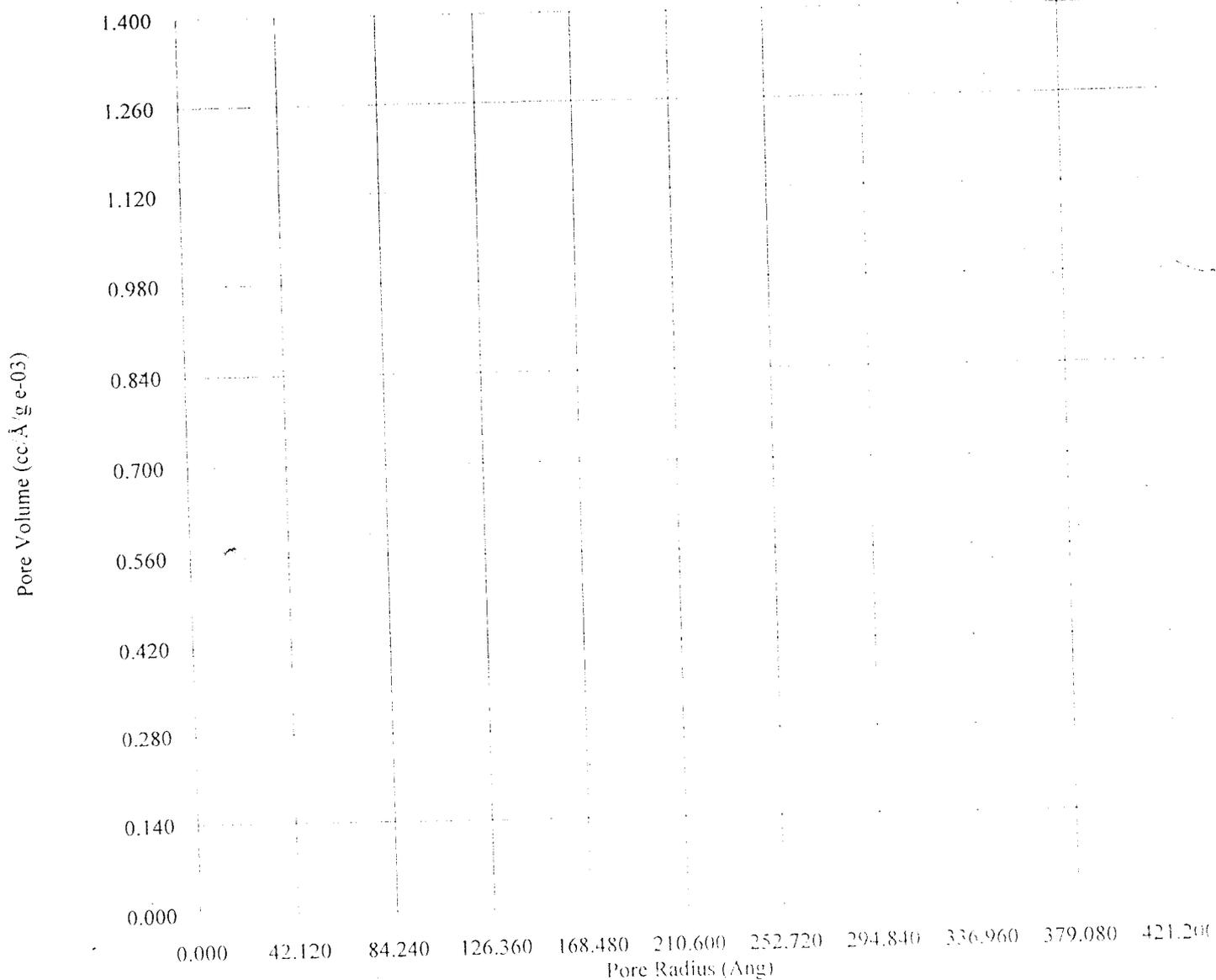
BJH (Adsorption)		
Pore Radius (Ang)	Cummulative Pore Area (sq m/g e-03)	Cummulative Pore Volume (cc/g e-03)
421.185699	16530.948410	22.902683
155.206342	16476.501139	21.756063
100.599226	16318.152133	20.527224
75.214563	16068.101688	19.269480
59.910454	15764.869758	18.129107
49.859126	15383.006801	16.985228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

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

Average pore radius is 17.317974 Angstrom.

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

DVR (Adsorption)



File Name = 617a.dat

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

Pore Radius (Ang)	DVR (Adsorption)		Pore Volume (cc/Å/g e-03)
	Pore Area (sq m/Å/g e-03)		
421.185699	0.119757		0.002522
155.206342	2.048196		0.015895
100.599226	7.837885		0.039424
75.214563	16.072478		0.060444
59.910454	32.521991		0.097420
49.859126	56.371633		0.140532
42.583456	87.645060		0.186611
37.129221	131.415541		0.243968
32.902905	189.466811		0.311700
29.372389	265.115239		0.389353
26.405330	352.627177		0.465562
23.961644	458.689460		0.549548
21.894027	579.514918		0.634396
20.147115	674.225188		0.679185
18.599383	660.099659		0.613872
17.223180	1149.855010		0.990208
15.980414	1382.396818		1.104564
14.840505	1683.501170		1.249200
13.775964	2004.395692		1.380624

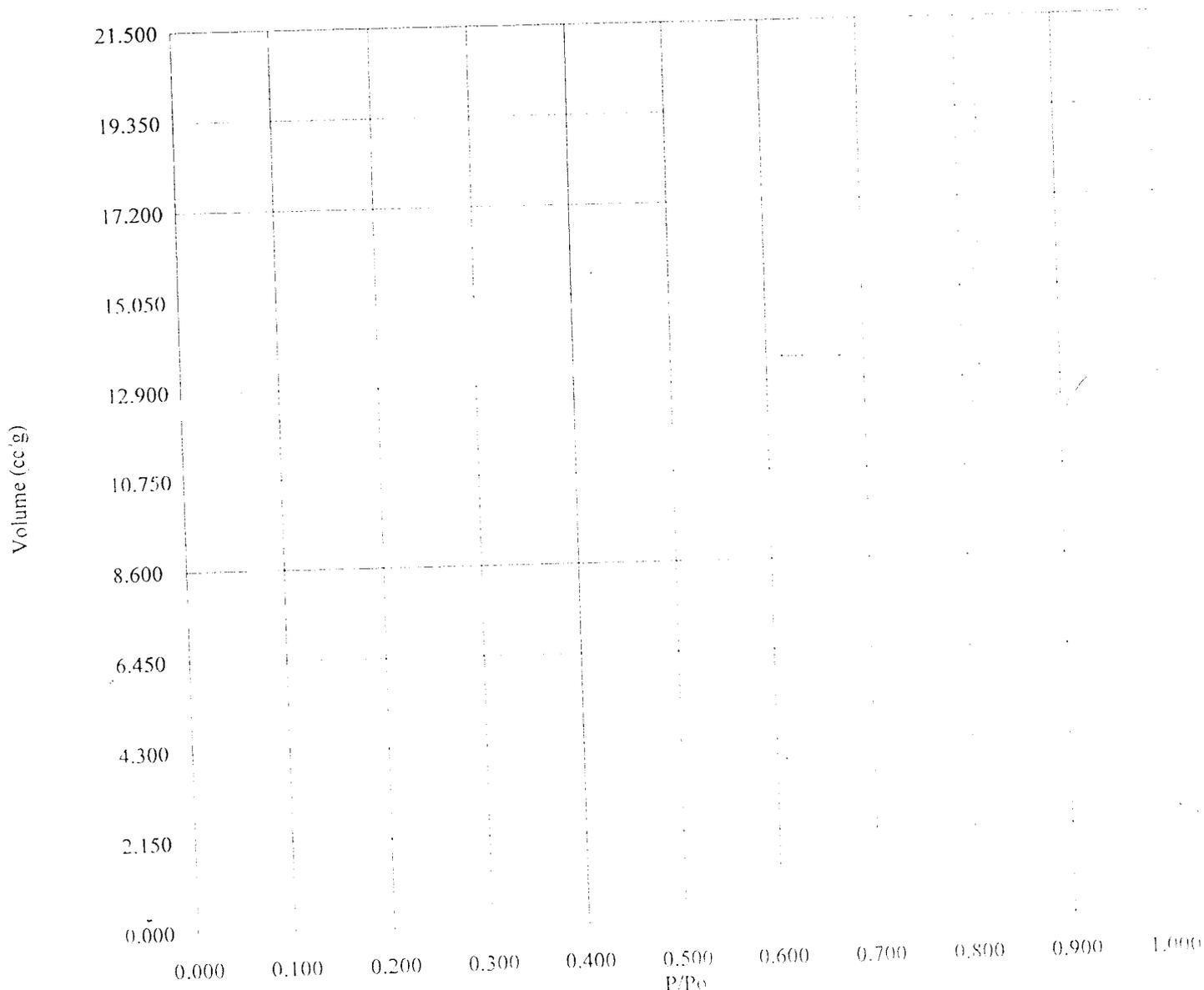
Total Pore Volume is 33.145380 e-03 cc/g for all pores less than 624.132823 Angstrom.

Average pore radius is 17.317974 Angstrom.

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

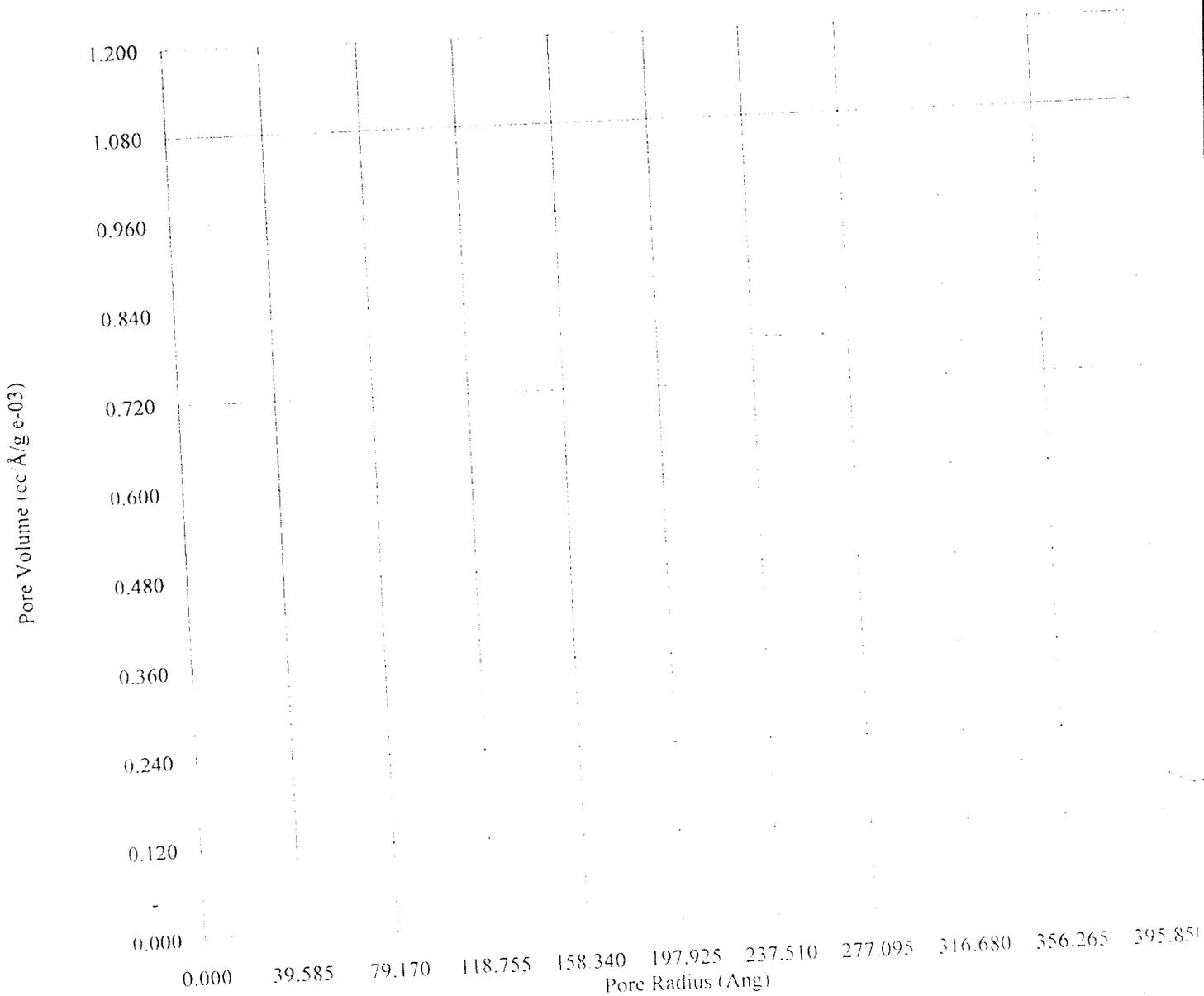
User ID	=	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA A	Sample Cell Number	= 4
Sample Weight	= 0.5648 g	Sample Volume	= 0.5648 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 750.86 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm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

ISOTHERM (Adsorption)



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)



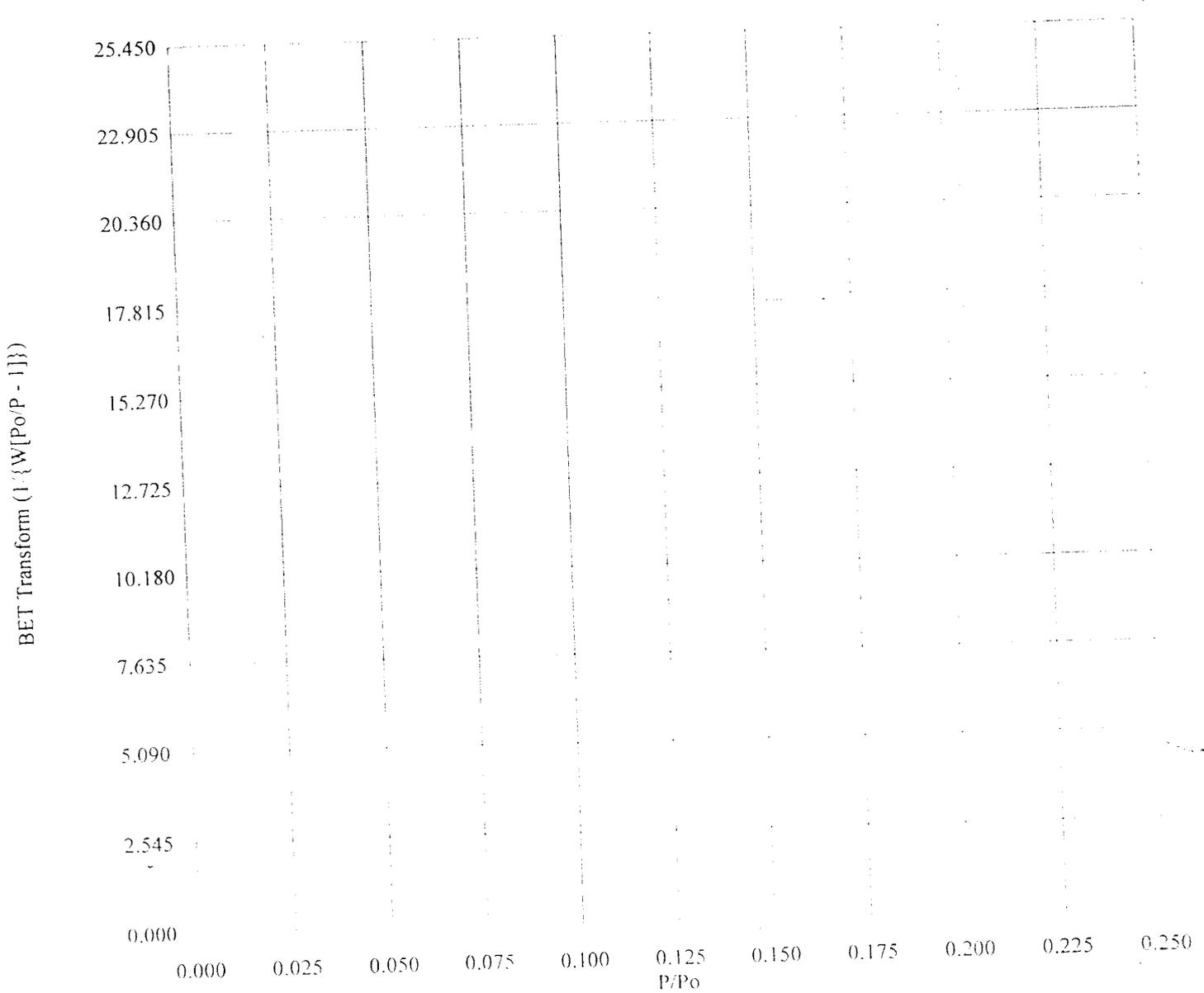
User ID		User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA B	Sample Cell Number	= 2
Sample Weight	= 0.5770 g	Sample Volume	= 0.5770 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 752.03 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg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

ISOTHERM (Adsorption)

P. Po	Volume (cc/g)
0.049228	7.444880
0.074136	7.986339
0.151801	9.130175
0.196446	9.664659
0.245226	10.214565
0.285133	10.647925
0.322831	11.051039
0.360140	11.459462
0.396871	11.854151
0.433465	12.253272
0.470653	12.664219
0.508273	13.082994
0.543451	13.492165
0.581684	13.952947
0.618191	14.395560
0.658737	14.900392
0.693871	15.338847
0.729938	15.817067
0.765936	16.300761
0.802253	16.798226
0.839830	17.115954
0.874947	17.633013
0.912153	18.206327
0.947607	18.807157
0.983501	19.452020

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

Multi BET (Adsorption)



sample ID	011178A 01	sample Cell Number	-
sample Weight	0.5770 g	Sample Volume	0.5770 cc
sample Density	1.0000 g/cc		
Mo Type	= User	Po	= 752.03 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 0 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 0 sec
Analysis Start Time	= Thu Oct 12 10:26:28 2006	Analysis End Time	= Thu Oct 12 11:47:33 2006

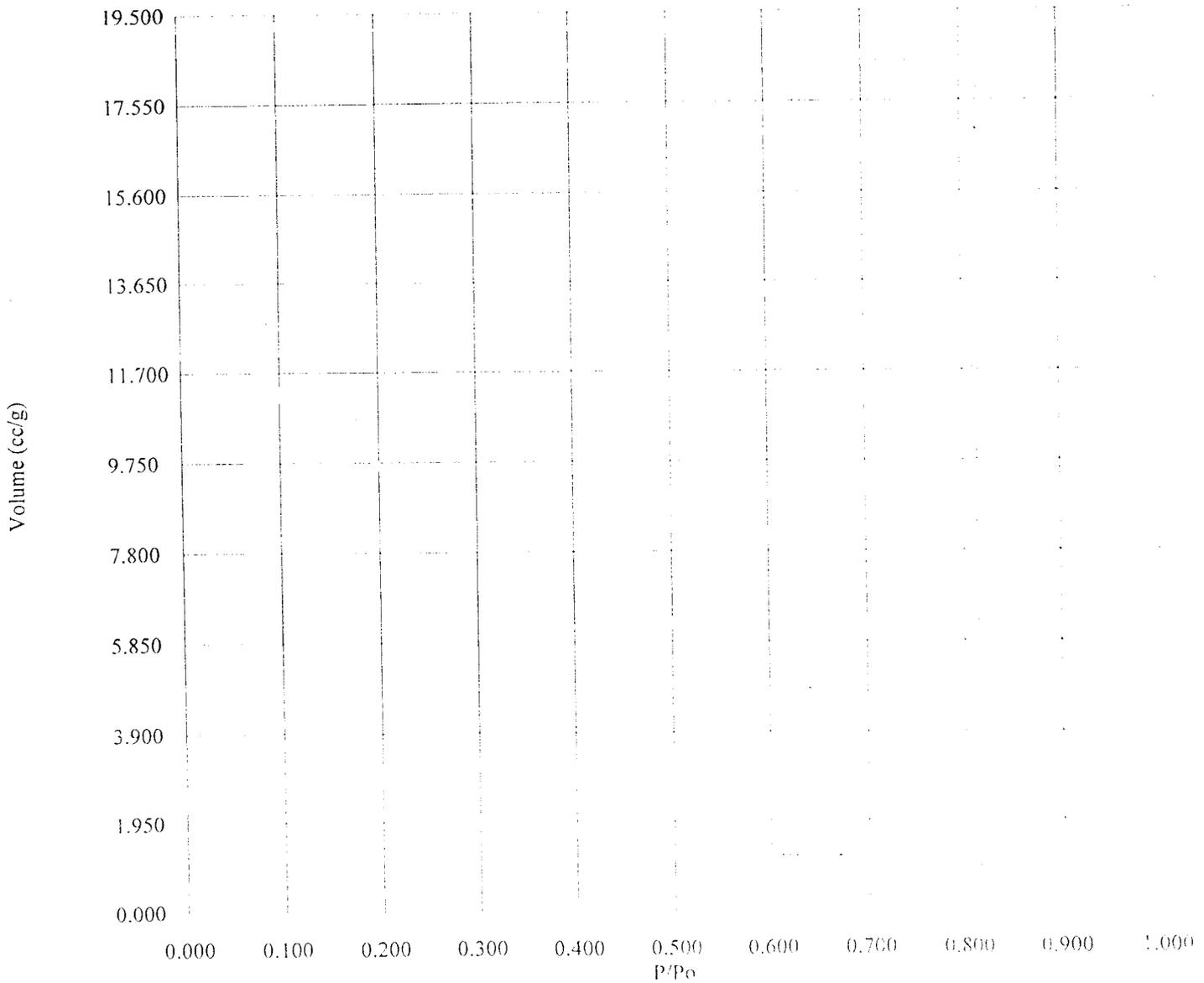
Pore Radius (Ang)	BJH (Adsorption)	
	Cummulative Pore Area (sq m/g e-03)	Cummulative Pore Volume (cc/g e-03)
395.837809	15626.911744	21.257351
155.466167	15572.245396	20.175401
100.353018	15431.344612	19.080135
74.471667	15211.696495	17.978018
59.482513	14931.785993	16.935748
49.315369	14717.075901	16.297173
42.246312	14271.343974	15.198101
36.932950	13747.689616	14.091978
32.801738	13135.545357	12.961563
29.292285	12487.222854	11.898258
26.327255	11622.995228	10.632498
23.934267	10754.606819	9.489384
21.911202	9729.785591	8.262967
20.172817	8713.054206	7.149076
18.593755	7562.268574	5.988347
17.205446	6304.168842	4.818707
15.960884	4953.776825	3.657002
14.814692	3486.657789	2.486176
13.744589	1803.783865	1.239613

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

Average pore radius is 17.520775 Angstrom.

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

ISOTHERM (Adsorption)



File Name = 617b.dat

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

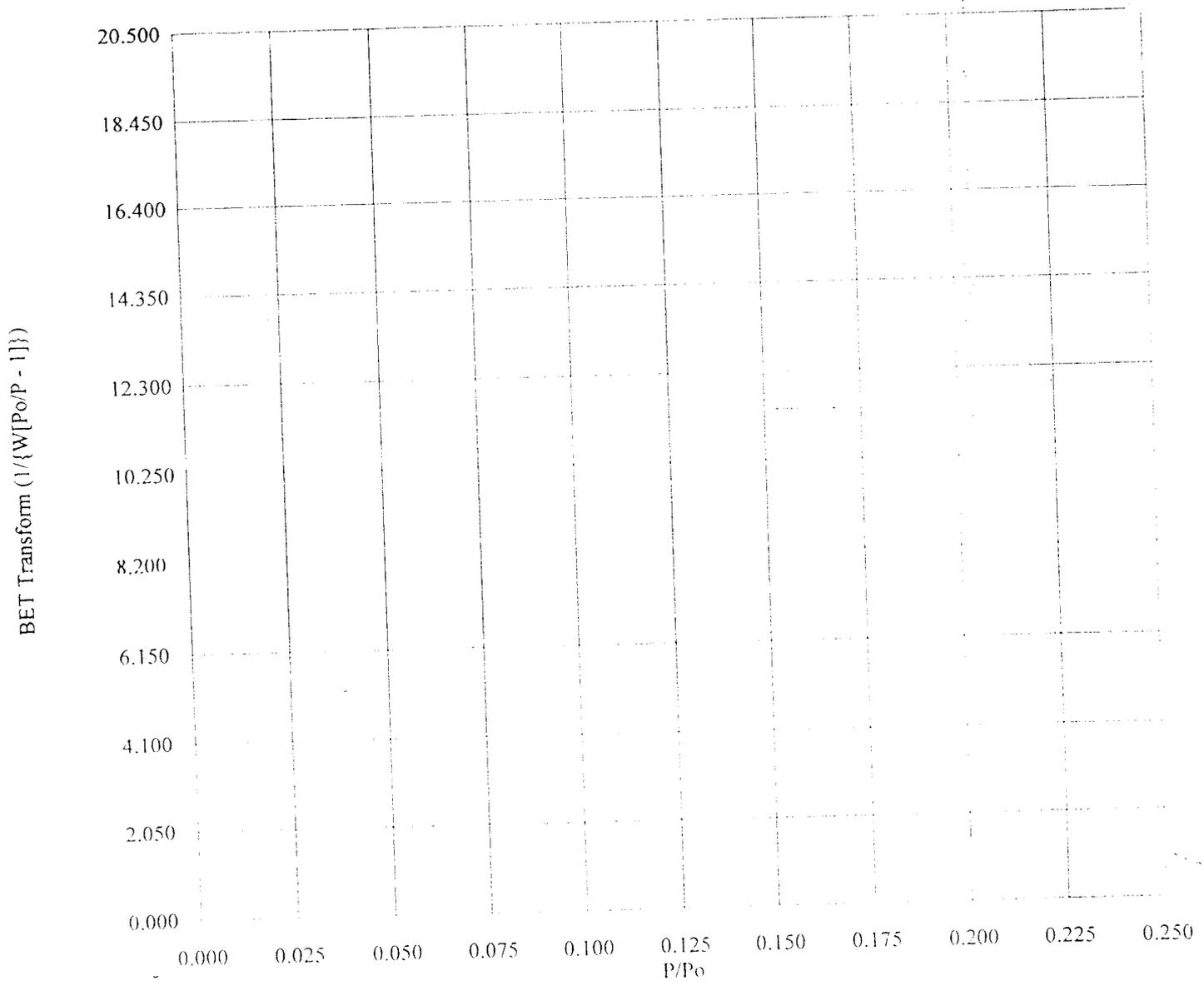
ISOTHERM (Adsorption)

P/Po	Volume (cc/g)
0.049228	7.444880
0.074136	7.986339
0.151801	9.130175
0.196446	9.664659
0.245226	10.214565
0.285133	10.647925
0.322831	11.051039
0.360140	11.459462
0.396871	11.854151
0.433465	12.253272
0.470653	12.664219
0.508273	13.082994
0.543451	13.492165
0.581684	13.952947
0.618191	14.395560
0.658737	14.900392
0.693871	15.338847
0.729938	15.817067
0.765936	16.300761
0.802255	16.798226
0.839830	17.115954
0.874947	17.633013
0.912153	18.206327
0.947607	18.807157
0.983501	19.452020

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

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

Multi BET (Adsorption)



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

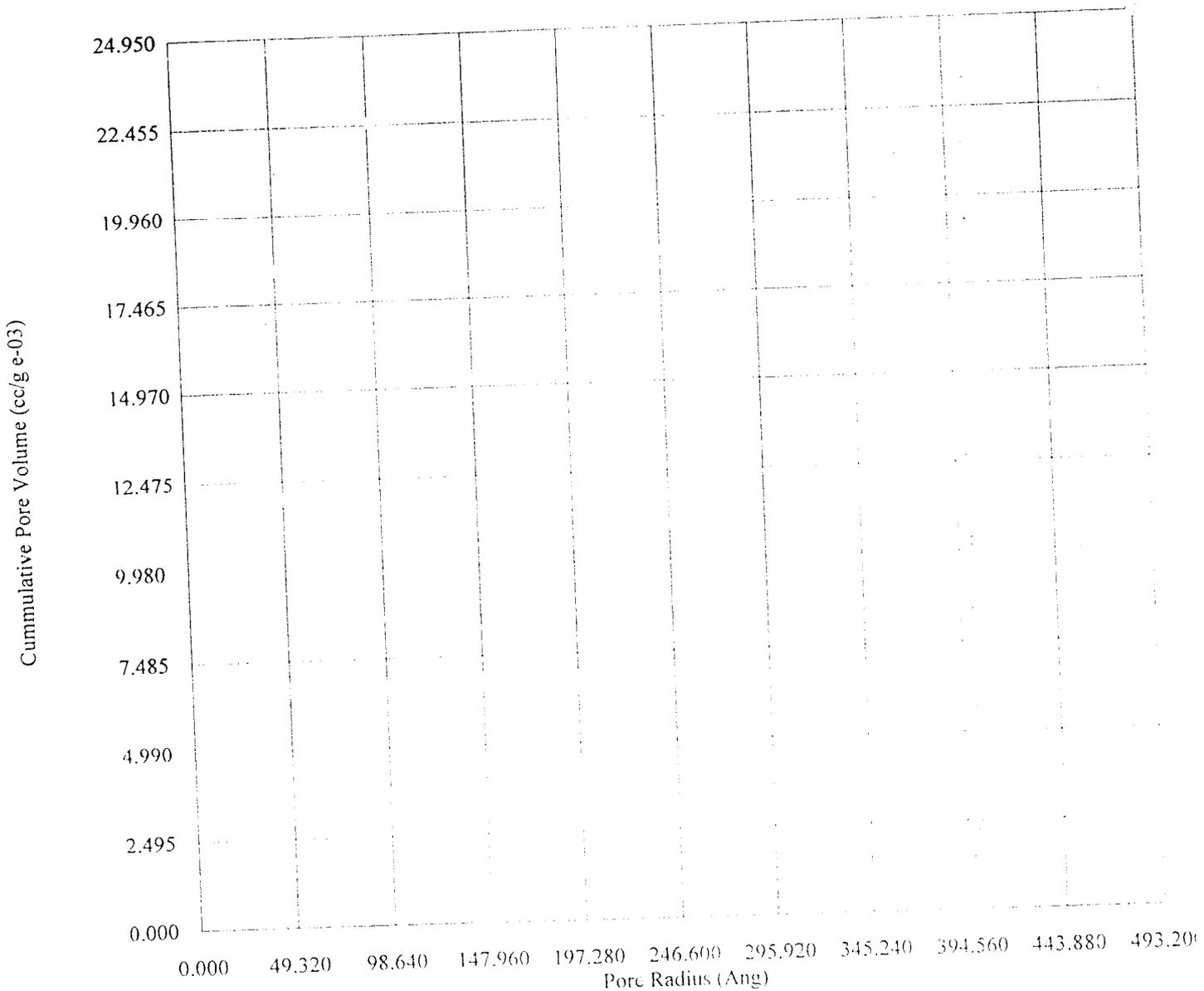
User ID	=		User Setup	= 5
Sample ID	=	617/P/KA C	Sample Cell Number	= 4
Sample Weight	=	0.4130 g	Sample Volume	= 0.4130 cc
Sample Density	=	1.0000 g/cc		
Po Type	=	User	Po	= 750.42 mm Hg
Adsorbate	=	N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	=	0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm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

ISOTHERM (Adsorption)

P/Po	Volume (cc/g)
0.043426	9.323565
0.073551	10.113145
0.151193	11.538635
0.197785	12.213463
0.247689	12.868435
0.287509	13.367644
0.324847	13.822793
0.361535	14.260913
0.398285	14.714956
0.435536	15.153073
0.471568	15.466250
0.508819	15.891110
0.544695	16.327214
0.584177	16.824086
0.621454	17.327466
0.655938	18.220390
0.696337	18.823888
0.734375	19.385456
0.770173	19.930752
0.805245	20.480991
0.841198	21.048809
0.877732	21.673751
0.911022	22.550115
0.949977	23.259101
0.987470	23.939114

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

BJH (Adsorption)



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

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

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	559.490174	0.819294
26.531383	358.085238	0.475025
24.048191	444.867700	0.534913
21.958176	561.322067	0.616280
20.205074	661.524034	0.668307
18.651898	570.363275	0.531918
17.268319	1086.983414	0.938519
16.006427	1417.337618	1.134326
14.865019	1621.786003	1.205394
13.804895	1976.064755	1.363968

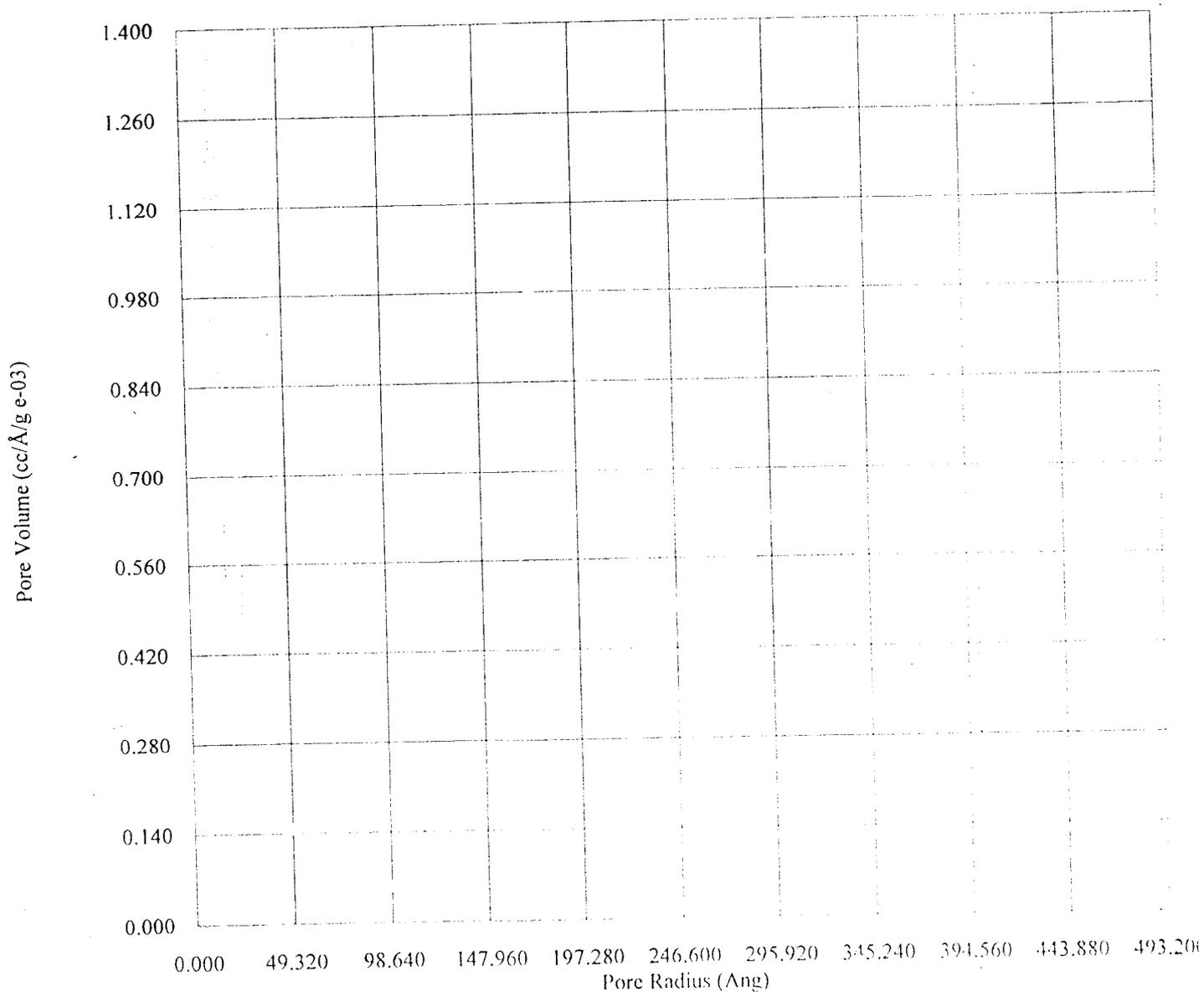
Total Pore Volume is 36.977381 e-03 cc/g for all pores less than 757.827573 Angstrom.

Average pore radius is 17.201323 Angstrom.

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

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

DVR (Adsorption)



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

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

Pore Radius (Ang)	BJH (Adsorption) Cumulative Pore Area (sq m/g e-03)	Cumulative Pore Volume (cc/g e-03)
493.163916	17391.094142	24.919331
159.193595	17345.537001	23.795974
100.550384	17183.526544	22.506423
75.665592	16843.759637	20.798238
60.158490	16514.703957	19.553328
50.128047	16122.852849	18.374670
42.984611	15647.675011	17.183683
37.401719	15078.565625	15.960536
32.814394	14381.553655	14.657063
29.287177	13493.250157	13.199606
26.531383	11876.120614	10.831548
24.048191	10937.498536	9.586401
21.958176	9894.213115	8.331945
20.205074	8864.259373	7.201150
18.651898	7758.633236	6.084187
17.268319	6940.149988	5.320873
16.006427	5492.140811	4.070639
14.865019	3803.170809	2.718920
13.804895	2033.534057	1.403636

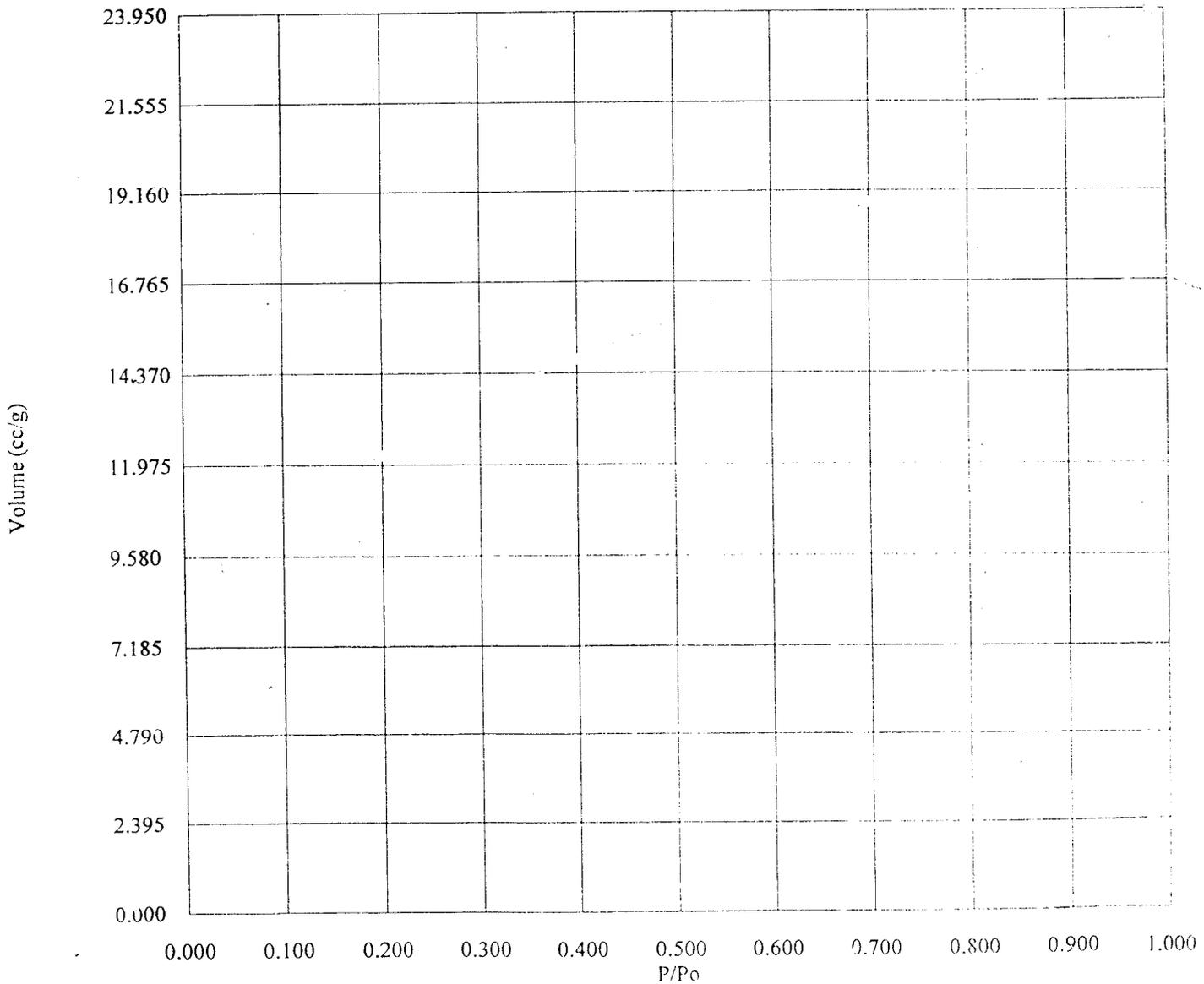
Total Pore Volume is 36.977381 e-03 cc/g for all pores less than 757.827573 Angstrom.

Average pore radius is 17.201323 Angstrom.

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

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

ISOTHERM (Adsorption)



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

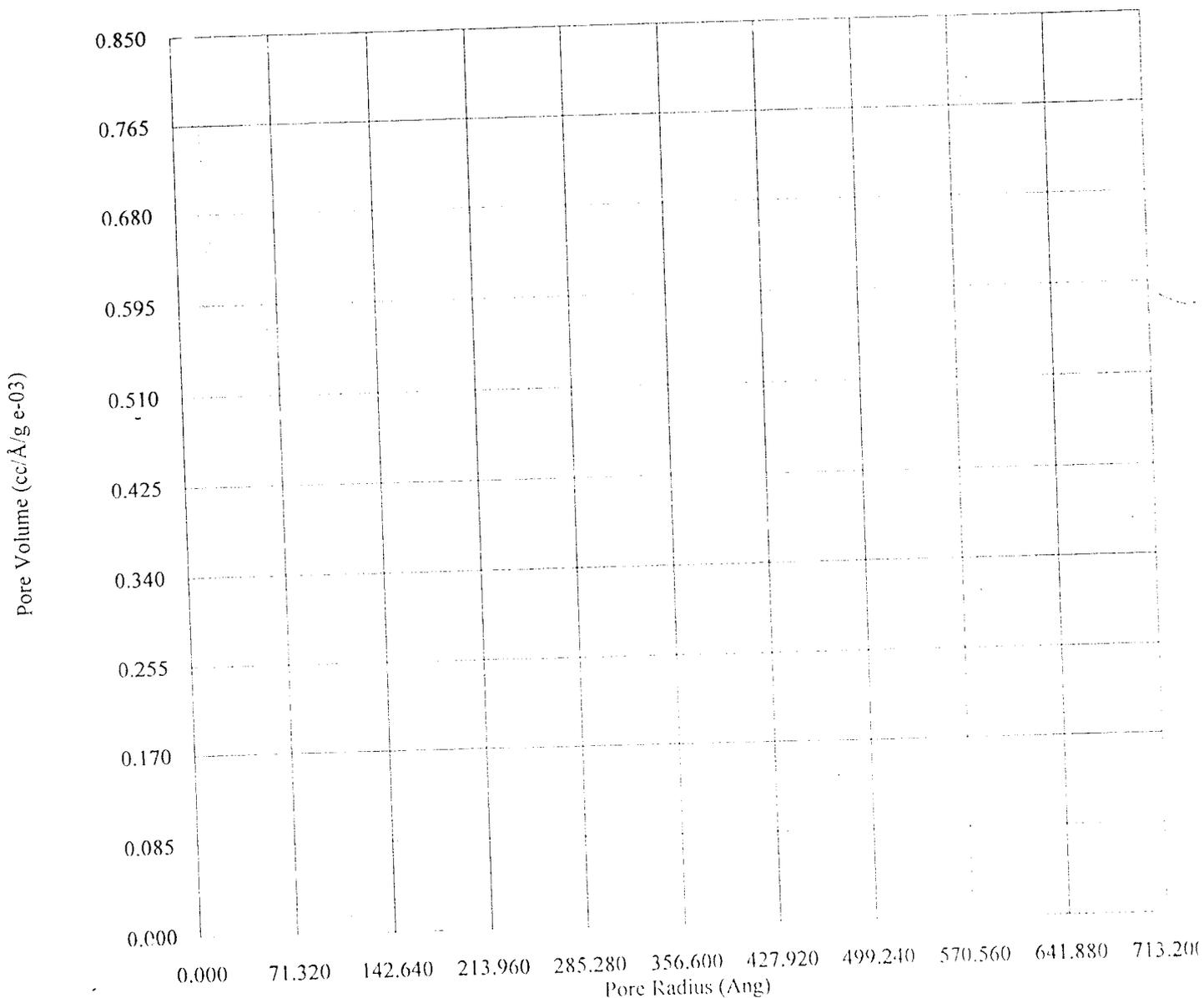
User ID	=	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA C	Sample Cell Number	= 4
Sample Weight	= 0.4130 g	Sample Volume	= 0.4130 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 750.42 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm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

ISOTHERM (Adsorption)

P/Po	Volume (cc/g)
0.043426	9.323565
0.073551	10.113145
0.151193	11.538635
0.197785	12.213463
0.247689	12.868435
0.287509	13.367644
0.324847	13.822793
0.361535	14.260913
0.398285	14.714956
0.435536	15.153073
0.471568	15.466250
0.508819	15.891110
0.544695	16.327214
0.584177	16.824086
0.621454	17.327466
0.655938	18.220390
0.696337	18.823888
0.734375	19.385456
0.770173	19.930752
0.805245	20.480991
0.841198	21.048809
0.877732	21.673751
0.911022	22.550115
0.949977	23.259101
0.987470	23.939114

User ID	=	User Setup	= 5
Sample ID	= 617/P/KA 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)



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

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

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

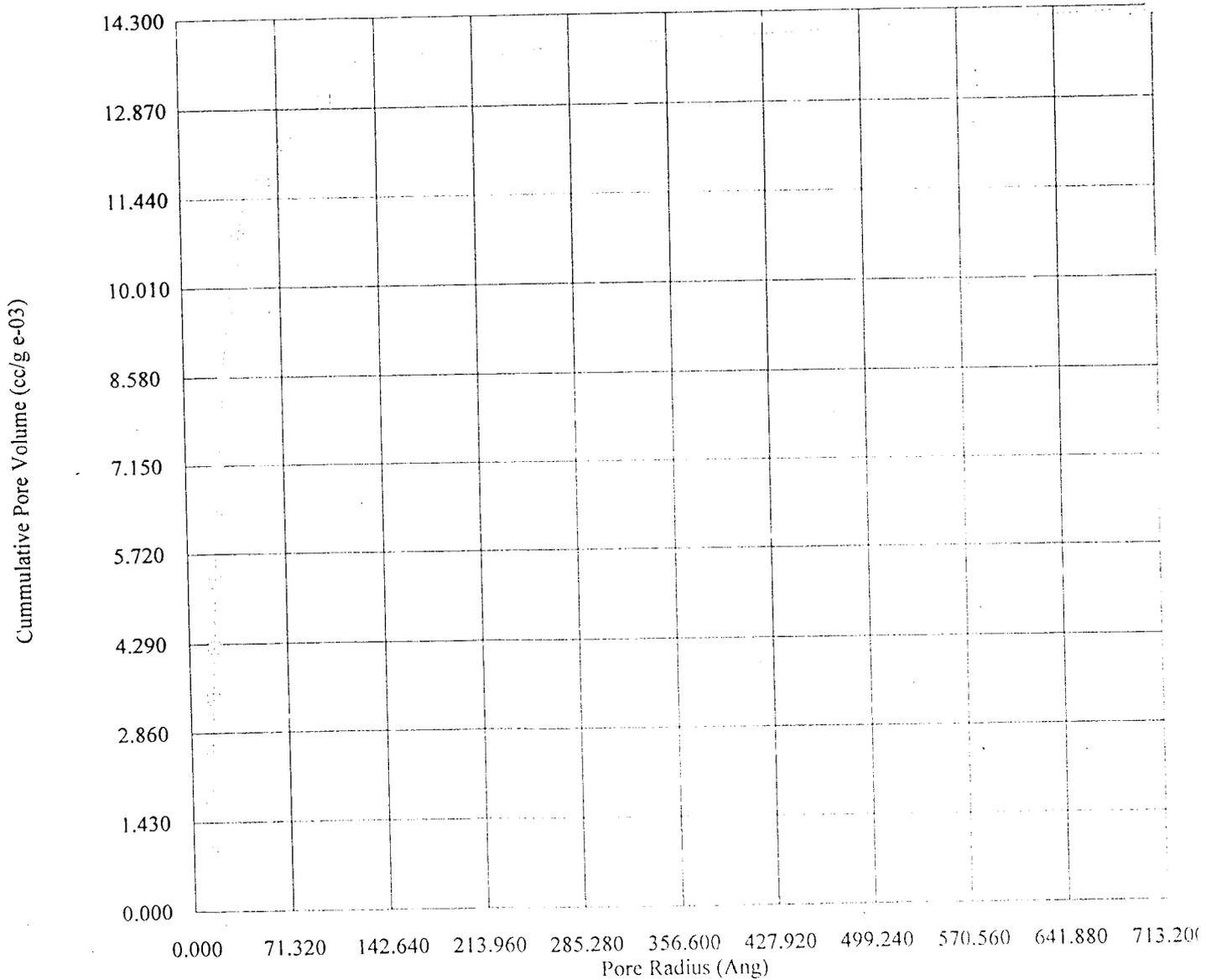
Total Pore Volume is 20.566452 e-03 cc/g for all pores less than 1173.352108 Angstrom.

Average pore radius is 16.945902 Angstrom.

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

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

BJH (Adsorption)



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

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

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

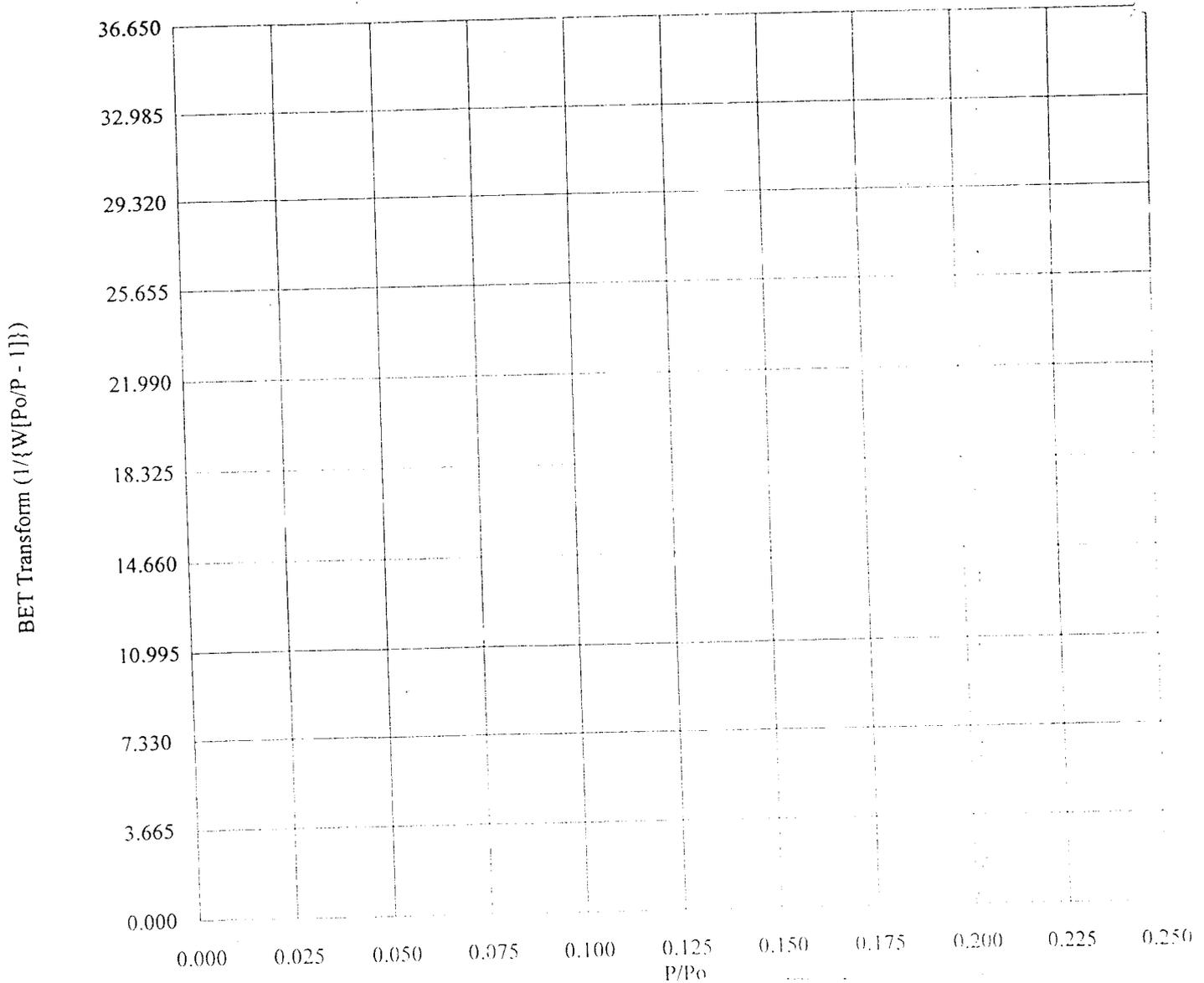
Total Pore Volume is 20.566452 e-03 cc/g for all pores less than 1173.352108 Angstrom.

Average pore radius is 16.945902 Angstrom.

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

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

Multi BET (Adsorption)



User ID =
 Sample ID = 617/P/KA D
 Sample Weight = 0.3600 g
 Sample Density = 1.0000 g/cc
 Po Type = User
 Adsorbate = N2
 Adsorption Tolerance = 0.1000 mm Hg
 Adsorption Equil Time = 60 sec
 Adsorption Dwell Time = 180 sec
 Analysis Start Time = Fri Oct 13 11:00:37 2006

User Setup = 5
 Sample Cell Number = 2
 Sample Volume = 0.3600 cc
 Po = 751.19 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 = 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

LAMPIRAN II

SNI Cara Uji Mangan (Mn) Dengan Spektrofotometri

Serapan Atom (SSA)-Nyala

SNI

Standar Nasional Indonesia

SNI 06-6989.5-2004

Air dan air limbah – Bagian 5: Cara uji mangan (Mn) dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala

ICS 13.060.50

Badan Standardisasi Nasional



Daftar isi

Daftar isi	i
Prakata	ii
1 Ruang lingkup	1
2 Acuan normatif	1
3 Istilah dan definisi	1
4 Cara uji	2
4.1 Prinsip	2
4.2 Bahan	2
4.3 Peralatan	2
4.4 Persiapan dan pengawetan contoh uji	2
4.5 Persiapan pengujian	2
4.6 Prosedur dan pembuatan kurva kalibrasi	3
4.7 Perhitungan	3
5 Jaminan mutu dan pengendalian mutu	3
5.1 Jaminan mutu	3
5.2 Pengendalian mutu	4
6 Rekomendasi	4
Lampiran A Pelaporan	5

Prakata

Dalam rangka menyeragamkan teknik pengujian kualitas air dan air limbah sebagaimana telah ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air, Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 02 Tahun 1998 tentang Baku Mutu Air dan Nomor 37 Tahun 2003 tentang Metode Analisis Pengujian Kualitas air Permukaan dan Pengambilan Contoh Air Permukaan, maka dibuatlah Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk pengujian parameter-parameter kualitas air dan air limbah sebagaimana yang tercantum didalam Keputusan Menteri tersebut.

SNI ini merupakan hasil revisi dari SNI yang telah kadaluarsa dan menggunakan referensi dari metode standar internasional *JIS*. Metode ini telah melalui uji coba di laboratorium pengujian dalam rangka validasi dan verifikasi metode serta dikonsensuskan oleh Subpanitia Teknis Kualitas Air dari Panitia Teknis 207S, *Manajemen Lingkungan* dengan para pihak terkait.

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

Metode ini berjudul *Air dan air limbah – Bagian 5: Cara uji mangan (Mn) dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala* yang merupakan revisi dari SNI 06-2497-1991 dengan judul *Metode pengujian kadar mangan dalam air dengan alat spektrofotometer serapan atom secara langsung*.

Air dan air limbah – Bagian 5: Cara uji mangan (Mn) dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala

1 Ruang lingkup

Metode ini digunakan untuk penentuan logam mangan, Mn dalam air dan air limbah secara spektrofotometri serapan atom-nyala (SSA) pada kisaran kadar Mn 0,1mg/L sampai dengan 4,0 mg/L dan panjang gelombang 279,5 nm.

2 Acuan normatif

JIS. K.0102.55.2002, *Testing methods for industrial wastewater.*

3 Istilah dan definisi

3.1

larutan induk mangan

larutan yang mempunyai kadar logam mangan, Mn 1000 mg/L yang digunakan untuk membuat larutan baku dengan kadar yang lebih rendah

3.2

larutan baku logam mangan

larutan induk logam mangan, Mn yang diencerkan dengan air suling sampai kadar tertentu

3.3

larutan kerja logam mangan

larutan baku logam mangan, Mn yang diencerkan, digunakan untuk membuat kurva kalibrasi dan mempunyai kisaran kadar Mn 0,0 mg/L; 0,1 mg/L; 0,5 mg/L; 1,0 mg/L; 2,0 mg/L; 3,0 mg/L dan 4,0 mg/L

3.4

larutan blanko

air suling yang diasamkan atau perlakuannya sama dengan contoh uji

3.5

larutan pengencer

larutan yang digunakan untuk mengencerkan larutan kerja, yang dibuat dengan cara menambahkan asam nitrat pekat ke dalam air suling sampai pH 2

3.6

kurva kalibrasi

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

SNI 06-6989.5-2004

4 Cara uji

4.1 Prinsip

Penambahan asam nitrat bertujuan untuk melarutkan analit logam dan menghilangkan zat-zat pengganggu yang terdapat dalam contoh uji air dan air limbah dengan bantuan pemanas listrik, kemudian diukur dengan SSA menggunakan gas asetilen, C_2H_2 .

4.2 Bahan

- a) air suling;
- b) asam nitrat HNO_3 ;
- c) larutan standar mangan, Mn; dan
- d) gas asetilen, C_2H_2 .

4.3 Peralatan

- a) SSA;
- b) lampu hollow katoda Mn;
- c) gelas piala 250 mL;
- d) pipet ukur 5 mL; 10 mL; 20 mL; 30 mL; dan 40 mL;
- e) labu ukur 100 mL;
- f) corong gelas;
- g) pemanas listrik;
- h) kertas saring *whatman* 40, dengan ukuran pori θ 0.42 μm ; dan
- i) labu semprot.

4.4 Persiapan dan pengawetan contoh uji

Bila contoh uji tidak dapat segera dianalisa, maka contoh uji diawetkan dengan penambahan HNO_3 p sampai pH kurang dari 2 dengan waktu penyimpanan maksimal 6 bulan.

4.5 Persiapan pengujian

4.5.1 Persiapan contoh uji

- a) Masukkan 100 mL contoh uji yang sudah dikocok sampai homogen ke dalam gelas piala.
- b) Tambahkan 5 mL asam nitrat.
- c) Panaskan di pemanas listrik sampai larutan contoh uji hampir kering.
- d) Ditambahkan 50 mL air suling, masukan ke dalam labu ukur 100 mL melalui kertas saring dan ditepatkan 100 mL dengan air suling.

4.5.2 Pembuatan larutan baku logam mangan, Mn 100 mg/L

- a) Pipet 10 mL larutan induk logam mangan, Mn 1000 mg/L ke dalam labu ukur 100 mL.
- b) epatkan dengan larutan pengencer sampai tanda tera.

4.5.3 Pembuatan larutan baku logam mangan, Mn 10 mg/L

- Pipet 50 mL larutan standar mangan, Mn 100 mg/L ke dalam labu ukur 500 mL.
- Tepatan dengan larutan pengencer sampai tanda tera.

4.5.4 Pembuatan larutan kerja logam mangan, Mn

- Pipet 0 mL; 1 mL; 5 mL; 10 mL; 20 mL; 30 mL; dan 40 mL larutan baku mangan, Mn 10 mg/L masing-masing ke dalam labu ukur 100 mL.
- Tambahkan larutan pengencer sampai tepat tanda tera sehingga diperoleh konsentrasi logam besi 0,0 mg/L; 0,1 mg/L; 0,5 mg/L; 1,0 mg/L; 2,0 mg/L; 3,0 mg/L dan 4,0 mg/L.

4.6 Prosedur dan pembuatan kurva kalibrasi

- Optimalkan alat SSA sesuai petunjuk penggunaan alat.
- Ukur masing-masing larutan kerja yang telah dibuat pada panjang gelombang 279,5 nm.
- Buat kurva kalibrasi untuk mendapatkan persamaan garis regresi.
- Lanjutkan dengan pengukuran contoh uji yang sudah di persiapkan.

4.7 Perhitungan**4.7.1 Konsentrasi logam mangan, Mn**

$$\text{Mn (mg/L)} = C \times fp$$

dengan pengertian:

C adalah konsentrasi yang didapat hasil pengukuran (mg/L);
fp adalah faktor pengenceran.

4.7.2 Persen temu balik (% Recovery, % R)

$$\% R = \frac{A - B}{C} \times 100 \%$$

dengan pengertian:

- adalah kadar contoh uji yang di *spike*;
- adalah kadar contoh uji yang tidak di *spike*;
- adalah kadar standar yang diperoleh (*target value*).

5 Jaminan mutu dan pengendalian mutu**5.1 Jaminan mutu**

- Gunakan bahan kimia berkualitas murni (pa).
- Gunakan alat gelas bebas kontaminasi.
- Gunakan alat ukur yang terkalibrasi.
- Dikerjakan oleh analis yang kompeten.
- Lakukan analis dalam jangka waktu yang tidak melampaui waktu penyimpanan maksimum.

5.2 Pengendalian mutu

- a) Koefisien korelasi (r) lebih besar atau sama dengan 0,95 dengan intersepsi lebih kecil atau sama dengan batas deteksi.
- b) Lakukan analisis blanko untuk kontrol kontaminasi.
- c) Lakukan analisis duplo untuk kontrol kefelitian analisis.
- d) Koefisien variasi/standar deviasi relatif hasil pengukuran lebih besar atau sama dengan 10% maka dilakukan pengukuran ketiga.

6 Rekomendasi

Kontrol akurasi

- a) Analisis *blind sample*.
- b) Untuk kontrol gangguan matriks lakukan analisis *spike matrix* kisaran persen temu balik adalah 85% sampai dengan 115%.
- c) Buat kurva kendali (*control chart*) untuk akurasi analisis.

Lampiran A
(normatif)
Pelaporan

Catat pada buku kerja hal-hal sebagai berikut:

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

LAMPIRAN III

**Cara Uji Kadar Mangan (Mn) Dalam Air (SNI 19-
1133-1989 ; AWWA 3500-Mn D)**



4/1

CARA UJI KADAR MANGAN DALAM AIR (SNI 19-1133-1989 ; AWWA 3500-Mn D)

1. RUANG LINGKUP

Standar ini meliputi cara uji kadar mangan dalam air.

2. CARA UJI

Penentuan kadar mangan dalam air dapat dilakukan dengan salah satu dari 3 cara uji berikut.

- Cara uji kolorimetri "Persulfat"
Batas konsentrasi 0,05 - 1,5 mg/liter mangan
- Cara uji spektrofotometri penyerapan atom, langsung
Batas konsentrasi 0,02 - 5 mg/liter mangan
- Cara uji spektrofotometri, khelat - ekstraksi
Batas konsentrasi 2,0 - 500 µg/liter mangan

Terhadap contoh air yang diduga mengandung kadar mangan tinggi, harus dilakukan pengenceran sehingga dapat termasuk dalam jarak ukur masing-masing penentuan cara uji tersebut.

2.1. CARA KOLORIMETRI "PERSULFAT"

a) PRINSIP

Ion mangan dalam suasana asam dan panas dengan bantuan katalis, dioksidasi oleh persulfat menjadi senyawa manganat yang berwarna ungu kemerahan. Warna yang terbentuk dibandingkan dengan warna standar yang telah diketahui kadarnya.

b) GANGGUAN

- Ion klorida
- Zat-zat organik
- Zat-zat reduktor
- Keketuhan

* Segera diukur.

CARA UJI KADAR MANGAN DALAM AIR

c) PERALATAN

- Spektrofotometer yang bekerja pada panjang gelombang 525 nm atau filter fotometer yang berwarna hijau atau yang mempunyai transmitansi cahaya maksimum mendekati 525 nm.
- Kuvet, yang mempunyai ketebalan tembus cahaya 1 cm atau lebih
- Tabung Nessler 100 mL
- Labu ukur 100 mL
- Labu Erlenmeyer 250 mL
- Alat-alat gelas lainnya

d) PEREAKSI

1) Pereaksi khusus

- Larutkan 75 g HgSO_4 dalam 450 mL HNO_3 pekat dan 200 mL air suling
- Tambahkan 200 mL H_3PO_4 pekat (85 %) dan 0,03 g AgNO_3
- Larutkan dan encerkan sampai 1 liter
- Larutkan 75 g HgSO_4 dalam 450 mL HNO_3 pekat dan 200 mL air suling
- Tambahkan 200 mL H_3PO_4 pekat (85 %) dan 0,03 g AgNO_3
- Larutkan dan encerkan sampai 1 liter

2) Kristal ammonium persulfat $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ atau kalium persulfat $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$

3) Larutan baku mangan sediaan (stock)

- Timbang 3,2 g KMnO_4 p.a, larutkan dengan air suling dan encerkan sampai 1 liter.
- Diamkan pada suhu kamar selama 2-3 hari.
- Saring larutan melalui cawan kaca masir (fritted glass filter crucible) atau melalui glass wool.
- Pindahkan larutan pada botol yang kering, berwarna gelap bertutup gelas dan simpan ditempat yang gelap.
Jika ada endapan, larutan harus disaring sebelum distandarkan.
Kadar KMnO_4 tersebut diatas adalah 0,1 N

CARA UJI KADAR MANGAN DALAM AIR

- Tetapkan larutan normalitas KMnO_4 secara "Permanganometri"
- Membakukan KMnO_4 0,1 N dengan natrium oksalat
- Timbang dengan teliti 0,25 - 0,30 g natrium oksalat ($\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$) p.a ke dalam Erlenmeyer 250 mL.
- Larutkan dengan 60 mL air suling dan tambah 10 mL H_2SO_4 1:1
- Panskan (80-90° C) dan titrasi dengan larutan KMnO_4 sampai warna ungu \rightarrow
- Kocoklah hati-hati dan tunggu dulu sampai warna ungu hilang sebelum penambahan permanganate selanjutnya.
- Teruskan titrasi sampai terlihat warna ungu dan tak hilang lagi. Pada titik akhir titrasi suhu harus diatas 60° C.
- Tetapkan blanko, bersamaan dengan pekerjaan tersebut diatas.

$$\text{Normalitas } \text{KMnO}_4 = \frac{\text{g } \text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4}{(\text{A}-\text{B}) \times 0,067}$$

Dimana :

A = mL titrasi contoh

B = mL titrasi blanko

0,067 = BE $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$

$$\rightarrow \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 = 0,063035$$

$$N_{\text{KMnO}_4} = \frac{\text{gr } \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{(\text{A}-\text{B}) \times 0,06}$$

4) Larutan baku mangan siapan

Lakukan pengenceran terhadap larutan sediaan KMnO_4 yang telah diketahui normalitasnya, sehingga kadar larutan menjadi 0,01 N.

$$1 \text{ mL } \text{KMnO}_4 \text{ 0,01 N} = 0,11 \text{ mg Mn} = 110 \text{ ppm Mn}$$

e) PROSEDUR

- 1) Pengerjaan contoh, baku (standar) dan blanko
 - Ke dalam beberapa Erlenmeyer 250 mL, masukkan masing-masing :
 - a. 100 mL contoh air yang mengandung 0,005 - 1,5 mg Mn.
 - b. 100 mL air suling sebagai blanko

CARA UJI KADAR MANGAN DALAM AIR

- c. 0,05 mL; 0,1 mL; 0,2 mL; 0,3 mL; dan seterusnya secara bertingkat larutan baku Mn yang mengandung 1 mL = 0,11 mg dan terhadap setiap baku ditambah 50 mL air suling.
- Ke dalam setiap Erlenmeyer tambahkan 5 mL pereaksi khusus
 - Panaskan dan didihkan selama 5 menit *= (1 menit)*.
 - Pindahkan dari pemanas dan tambahkan masing-masing 1 g ammonium persulfat
 - Didihkan kembali selama 5 menit. Warna ungu kemerahan yang terjadi menunjukkan adanya unsur mangan.
 - Dinginkan hingga suhu kamar
 - Pindahkan secara kuantitatif ke dalam labu ukur 100 mL dan encerkan sampai tanda batas.
 - Kocok sampai bercampur rata dan tentukan kadar mangan
- 2) Pengukuran
- a. Pengukuran secara visual
- Gunakan tabung "Nessler" dengan jenis dan ukuran yang sama, bersih dan kering.
 - Tempatkan beberapa buah tabung Nessler pada sebuah rak dengan dasar putih dan terang.
 - Pindahkan secara kuantitatif larutan baku blanko dan contoh ke dalam tabung Nessler.
 - Bandingkan warna contoh terhadap blanko dan baku
 - Hitung kadar mangan dari contoh dalam mg/liter
- b. Pengukuran secara spektrofotometer
- Table : Penggunaan Kuvet Berdasarkan Kadar Mangan

Kadar mangan (mg)	Ketebalan Kuvet (cm)
0,005 - 0,2	15
0,02 - 0,4	5
0,05 - 1,0	2
0,10 - 1,5	1

↳ lintasan cahaya.

CARA UJI KADAR MANGAN DALAM AIR

- Gunakan spektrofotometer yang bekerja pada panjang gelombang 525 nm yang dilengkapi dengan kuvet yang mempunyai ketebalan 1 cm atau lebih (sesuaikan dengan table), atau gunakan fotometer filter yang mempunyai transmitansi cahaya mendekati 525 nm.
- Atur fotometeer pada absorbansi nol atau pada 100 % transmitansi terhadap blanko sebagai pembanding.
- Tetapkan nilai absorbansi atau transmitansi contoh dan masing-masing pada panjang gelombang 525 nm.
- Hitung kadar mangan dari contoh dalam mg/liter.

f) PERHITUNGAN

1) Cara visual

$$Mn \text{ (mg/L)} = \frac{\text{mL standar} \times \text{mg standar} \times 1000}{\text{mL contoh}}$$

2) Cara spektrofotometer

$$Mn \text{ (mg/L)} = \frac{A1}{A2} \cdot C$$

Dimana :

- A1 = Absorbansi atau transmitansi contoh
- A2 = Absorbansi atau transmitansi standar
- C = Kadar standar mangan

g) KETELITIAN DAN KETEPATAN

Ketelitian yang dapat dicapai dengan cara ini $\pm 0,01$ mg/liter dan ketepatan ± 10 mg/liter.

LAMPIRAN IV

SNI Cara Uji Besi (Fe) Dengan Spektrofotometri

Serapan Atom (SSA)-Nyala

Daftar isi

Daftar isi	i
Prakata	ii
1 Ruang lingkup	1
2 Acuan normatif	1
3 Istilah dan definisi	1
4 Cara uji	2
4.1 Prinsip	2
4.2 Bahan	2
4.3 Peralatan	2
4.4 Persiapan dan pengawetan contoh uji	2
4.5 Persiapan pengujian	2
4.6 Prosedur dan pembuatan kurva kalibrasi	3
4.7 Perhitungan	3
5 Jaminan mutu dan pengendalian mutu	3
5.1 Jaminan mutu	3
5.2 Pengendalian mutu	3
6 Rekomendasi	4
Lampiran A Pelaporan	5

Prakata

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

SNI ini merupakan hasil revisi dari SNI yang telah kadaluarsa dan menggunakan referensi dari metode standar internasional *JIS*. Metode ini telah melalui uji coba di laboratorium pengujian dalam rangka validasi dan verifikasi metode serta dikonsensuskan oleh Subpanitia Teknis Kualitas Air dari Panitia Teknis 207S, *Manajemen Lingkungan* dengan para pihak terkait.

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

SNI ini berjudul *air dan air limbah -- Bagian 4: Cara uji besi (Fe) dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala* yang merupakan revisi dari SNI 06-2523-1991 dengan judul *Metode pengujian kadar besi dalam air dengan alat spektrofotometer serapan atom secara langsung*.

4 Cara uji

4.1 Prinsip

Penambahan asam nitrat bertujuan untuk melarutkan analit logam dan menghilangkan zat-pengganggu yang terdapat dalam contoh uji air dan air limbah dengan bantuan pemanas listrik, kemudian diukur dengan SSA menggunakan gas asetilen, C_2H_2 .

4.2 Bahan

- a) air suling;
- b) asam nitrat, HNO_3 ;
- c) larutan standar logam besi, Fe; dan
- d) gas asetilen, C_2H_2 .

4.3 Peralatan

- a) SSA;
- b) lampu holow katoda Fe;
- c) gelas piala 250 mL;
- d) pipet ukur 5 mL; 10 mL; 20 mL; 30 mL; 40 mL dan 60 mL;
- e) labu ukur 100 mL;
- f) corong gelas;
- g) pemanas listrik;
- h) kertas saring *whatman* 40, dengan ukuran pori θ 0.42 μm ; dan
- i) labu semprot.

4.4 Persiapan dan pengawetan contoh uji

Bila contoh tidak dapat segera dianalisa, maka contoh uji diawetkan dengan penambahan HNO_3 p sampai pH kurang dari 2 dengan waktu penyimpanan maksimum 6 bulan.

4.5 Persiapan pengujian

4.5.1 Persiapan contoh uji

- a) Masukkan 100 mL contoh uji yang sudah dikocok sampai homogen kedalam gelas piala.
- b) Tambahkan 5 mL asam nitrat.
- c) Panaskan di pemanas listrik sampai larutan contoh hampir kering.
- d) Ditambahkan 50 mL air suling, masukan ke dalam labu ukur 100 mL melalui kertas saring dan ditepatkan 100 mL dengan air suling.

4.5.2 Pembuatan larutan baku logam besi, Fe 100 mg/l.

- a) Pipet 10 mL larutan induk logam besi, Fe 1000 mg/L ke dalam labu ukur 100 mL.
- b) Tepatkan dengan larutan pengencer sampai tanda tera.

4.5.3 Pembuatan larutan baku logam besi, Fe 10 mg/L

- a) Pipet 50 mL larutan standar logam besi, Fe 100 mg/L ke dalam labu ukur 500 mL.
- b) Tepatkan dengan larutan pengencer sampai tanda tera.

4.5.4 4.5.4 Pembuatan larutan kerja logam besi, Fe

- a) Pipet 0 mL; 5 mL; 10 mL; 20 mL; 30 mL; 40 mL dan 60 mL larutan baku besi, Fe 10 mg/L masing-masing ke dalam labu ukur 100 mL.
- b) Tambahkan larutan pengencer sampai tepat tanda tera sehingga diperoleh konsentrasi logam besi 0,0 mg/L; 0,5 mg/L; 1,0 mg/L; 2,0 mg/L; 3,0 mg/L; 4,0 mg/L dan 6,0 mg/L.

4.6 Prosedur dan pembuatan kurva kalibrasi

- a) Optimalikan alat SSA sesuai petunjuk penggunaan alat.
- b) Ukur masing-masing larutan kerja yang telah dibuat pada panjang gelombang 248,3 nm.
- c) Buat kurva kalibrasi untuk mendapatkan persamaan garis regresi.
- d) Lanjutkan dengan pengukuran contoh uji yang sudah di persiapkan.

4.7 Perhitungan

Konsentrasi logam besi, Fe (mg/L) = C x fp

dengan pengertian:

C adalah konsentrasi yang didapat hasil pengukuran (mg/L)
fp adalah faktor pengenceran

Persen temu balik (% *recovery*, %)

$$\% R = \frac{A - B \times 100\%}{C}$$

dengan pengertian:

- A adalah kadar contoh uji yang di *spike*;
B adalah kadar contoh uji yang tidak di *spike*;
C adalah kadar standar yang diperoleh (*target value*).

5 Jaminan mutu dan pengendalian mutu**5.1 Jaminan mutu**

- a) Gunakan bahan kimia pro analisis (pa).
- b) Gunakan alat gelas bebas kontaminasi.
- c) Gunakan alat ukur yang terkalibrasi.
- d) Dikerjakan oleh analis yang kompeten.
- e) Lakukan analisis dalam jangka waktu yang tidak melampaui waktu penyimpanan maksimum.

5.2 Pengendalian mutu

- a) Koefisien korelasi (r) lebih besar atau sama dengan 0,95 dengan intersepsi lebih kecil atau sama dengan batas deteksi.
- b) Lakukan analisis blanko untuk kontrol kontaminasi.
- c) Lakukan analisis duplo untuk kontrol ketelitian analisis.
- d) Koefisien variasi/standar deviasi relatif hasil pengukuran lebih besar atau sama dengan 10% maka dilakukan pengukuran ketiga.

6 Rekomendasi

Kontrol akurasi

Untuk kontrol akurasi lakukan salah satu cara sebagai berikut:

- a) Analisis CRM.
Lakukan analisis CRM (*Certified Reference Material*) untuk kontrol akurasi.
- b) Analisis *blind sample*.
- c) Kisaran persen temu balik adalah 85% sampai dengan 115% atau sesuai dengan kriteria dalam sertifikat CRM.
- d) Untuk kontrol gangguan matriks lakukan analisis *spike matrix*. Kisaran persen temu balik adalah 85% sampai dengan 115%.
- e) Buat kartu kendali (*control chart*) untuk akurasi analisis.

Lampiran A
(normatif)
Pelaporan

Catat pada buku kerja hal-hal sebagai berikut:

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

LAMPIRAN V

Cara Uji Kadar Besi (Fe) Dalam Air (SNI 19-1127-
1989 ; AWWA 3500-Fe D)

Handwritten initials

CARA UJI KADAR BESI DALAM AIR (SNI 19-1127-1989 ; AWWA 3500-Fe D)

1. RUANG LINGKUP

Standar ini meliputi cara uji kadar besi dalam air dan cara uji alternative.

2. CARA UJI

Pada standar ini diuraikan cara kolorimetri "fenantrolin". Cara ini dapat dipakai untuk penentuan kadar besi total, besi terlarut dan ion ferro dalam air dengan batas ukur kadar optimum antara 0,02 - 4,0 mg/liter besi. Deteksi minimum dapat dicapai sampai 0,01 mg/liter besi. Terhadap contoh air yang mengandung kadar besi tinggi, harus dilakukan pengenceran atau ditetapkan dengan cara yang lebih tepat sesuai dengan kadar besi yang terkandung dalam contoh.

2.1. PRINSIP

Ion besi (ferri) dalam suasana asam dan panas, direduksi oleh hidroksilamin hidroklorida menjadi ion ferro. Ferro dengan 1,10 - fenantrolin pada pH 3,2 - 3,3 membentuk senyawa fenantrolin khelat yang berwarna merah. Warna yang terbentuk dibandingkan terhadap warna standar yang telah diketahui kadarnya.

2.2. GANGGUAN

- Warna dan kekeruhan
- Oksidator kuat
- Senyawa-senyawa sianida, nitrit dan fosfat.

2.3. PERALATAN

- Spektrofotometer bekerja pada panjang gelombang 510 nm atau filter fotometer (fotometer filter) yang berwarna hijau atau yang mempunyai transmisi cahaya maksimum.

CARA UJI KADAR BESI DALAM AIR

- Kuvet yang mempunyai ketebalan tembus cahaya 1 cm atau lebih
- Tabung Nessler 50, 100 mL
- Labu ukur 50, 100 dan 1000 mL
- Labu Erlenmeyer 250 mL

Alat-alat gelas yang dipakai harus bebas besi, bersihkan dengan larutan asam klorida pekat dan bilas sampai bersih dengan air suling.

2.4. PEREAKSI

Semua pereaksi yang dipakai relative bebas besi.

Gunakan botol gelas tutup asah untuk penyimpanan standar besi, asam klorida dan larutan ammonium asetat.

a) Asam klorida pekat

b) Larutan hidrosilamin hidroklorida
Larutkan 10 g $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$ dalam 100 mL air suling.

c) Larutan penyangga ammonium asetat. ✓ ✓
▪ Larutkan 250 g $\text{NH}_4\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$ dalam 150 mL air suling ✓
▪ Tambahkan 700 mL asam asetat glacial
▪ Encerkan sampai 1 liter

d) Larutan fenantrolin
▪ Larutkan 0,1 g 1,10 fenantrolin monohidrat $\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2\text{HO} \cdot \text{H}_2\text{O}$ dalam 100 mL air suling.
▪ Panaskan sampai 80°C , tidak boleh mendidih. Bila tidak dipanaskan tambahkan 2 tetes HCl pekat.

e) Larutan sediaan standar besi
▪ Tambahkan 20 mL H_2SO_4 pekat kedalam 50 mL air suling dan larutkan 1,404 g ferro ammonium sulfat : $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

CARA UJI KADAR BESI DALAM AIR

- Tambahkan beberapa tetes larutan KMnO_4 0,1 N sampai warna sedikit pink
 - Encerkan menjadi 1000 mL didalam labu ukur, aduk. 1 mL = 200 μg Fe.
- f) Larutan standar siapan (1 mL = 0,01 mg = 10 μg Fe) →
- Pipet 50 mL larutan sediaan standar besi kedalam labu ukur 1000 mL, encerkan sampai tanda batas dengan air suling.

2.5. PROSEDUR

a) BESI TOTAL

- Kocok contoh air sampai merata, masukkan 50 mL contoh yang mengandung tidak lebih 0,1 mg Fe kedalam labu Erlenmeyer 250 mL.
- Tambah 2 mL HCl pekat dan 1 mL larutan hidrosilamin hidroklorida.
- Panaskan dan didihkan sampai semua besi larut, volume larutan menjadi 15 -20 mL. Jika contoh mengandung unsur-unsur pengganggu, maka dilakukan pemanasan sampai kering dan diabukan. Kemudian larutkan kembali dengan 2 mL HCl pekat dan 5 mL air suling.
- Dinginkan kedalam labu ukur 50 atau 100 mL.
- Tambah 10 mL larutan penyangga ammonium asetat dan 2 mL larutan fenantrolin. Ferric
- Tambahkan air suling sampai tanda batas, kocok sampai bercampur rata.
- Baca setelah 10-15 menit dan bandingkan terhadap standar dengan tabung Nessler atau lakukan pengukuran dengan alat spektrofotometer pada panjang gelombang 510 nm.

b) BESI TERLARUT

- Contoh air disaring terlebih dahulu dengan kertas saring halus
- 50 mL contoh air yang mengandung tidak lebih 0,1 mg Fe dikerjakan sama dengan cara kerja besi total.

CARA UJI KADAR BESI DALAM AIR

c) ION FERRO

Untuk penentuan ion ferro harus dilakukan pengambilan contoh khusus dan diawetkan dengan asam nitrat, untuk mencegah oksidasi. Pengambilan contoh dan penambahan asam harus dilakukan secepatnya.

- Lakukan pengambilan contoh air dengan botol gelas tertutup asah, tambahkan 4 mL HCl pekat untuk setiap 100 mL contoh, tutup rapat (jangan ada gelembung udara).
- Masukkan 50 mL contoh air yang telah diasamkan dan mengandung tidak lebih 0,1 mg Fe ke dalam labu ukur 100 mL.
- Tambahkan 20 mL larutan fenantrolin dan 10 mL larutan penyangga (buffer) ammonium asetat.
- Encerkan sampai tanda batas, kocok sampai bercampur rata.
- Ukur setelah 10-15 menit dan bandingkan terhadap standar dengan tabung Nessler atau lakukan pengukuran dengan alat spektrofotometer pada panjang gelombang 510 nm.

d) STANDAR WARNA

- Masukkan ke dalam beberapa buah labu Erlenmeyer 250 mL masing-masing 0,1 mL; 0,2 mL; 0,4 mL; 0,5 mL, dan seterusnya secara bertingkat, standar besi yang mengandung 1 mL = 0,01 mg besi.
- Tambahkan masing-masing 25 mL air suling
- Pada labu Erlenmeyer lainnya, tambahkan 25 mL air suling sebagai blanko
- Pengerjaan selanjutnya sama dengan cara kerja a), waktu pengerjaan contoh, standar dan blanko harus dikerjakan bersamaan.

e) PENGUKURAN

Sebelum dilakukan pengukuran, volume akhir contoh, standar dan blanko harus sama.

CARA UJI KADAR BESI DALAM AIR

➤ Cara visual

- Gunakan tabung "Nessler" dengan jenis dan ukuran yang sama, bersih dan kering.
- Tempatkan beberapa buah tabung Nessler pada sebuah rak dengan dasar yang putih dan terang.
- Pindahkan secara kuantitatif larutan blanko, standar dan contoh kedalam tabung Nessler.
- Bandingkan warna contoh terhadap blanko dan standar.
- Hitung kadar besi dari contoh dalam mg/liter.

➤ Cara Spektrofotometri

Tabel
Penggunaan Kuvet Berdasarkan Volume dan Kadar Besi

Volume akhir 50 mL	Volume akhir 100 mL	Ketebalan Kuvet
$\mu\text{g Fe}$	$\mu\text{g Fe}$	cm
50 - 200	100 - 400	1
25 - 100	50 - 200	2
10 - 40	20 - 80	5
5 - 20	10 - 40	10

- Atur fotometer pada absorbansi nol atau pada 100% transmitansi terhadap blanko sebagai pembanding.
- Tetapkan nilai serapan (absorbansi) atau contoh, dan masing-masing standar pada panjang gelombang 510 nm.
- Hitung kadar besi dari contoh dalam mg/liter.

CARA UJI KADAR BESI DALAM AIR

2.6. PERHITUNGAN

a) Cara visual

$$\text{Fe (mg/liter)} = \frac{\text{mL standar} \times \text{mg standar} \times 1000}{\text{mL contoh}}$$

b) Cara Spektrofotometri

$$\text{Fe (mg/liter)} = \frac{A1}{A2} \times C$$

Dimana :

A1 = Absorbansi/transmitansi contoh

A2 = Absorbansi/transmitansi standar

C = Kadar standar besi ada absorbansi/transmitansi A2

2.7. KETELITIAN DAN KETEPATAN

Ketelitian yang dapat dicapai dengan cara ini $\pm 0,02$ mg/liter dan ketepatan $\pm 0,14$ mg/liter.

3. CARA UJI ALTERNATIF

Sebagai alternative dapat juga digunakan cara-cara dibawah ini :

CARA UJI KADAR BESI DALAM AIR

3.1. Cara Kolorimetri "Rhodanida"

- Batas ukur kadar optimum 0,02 - 4,0 mg/liter besi
- Deteksi minimum 0,003 mg/liter besi
- Ketelitian $\pm 0,01$ mg/liter dan ketepatan $\pm 0,01$ mg/liter besi

3.2. Cara Kolorimetri "Tripidin"

- Batas ukur kadar optimum 0,02 - 4,0 mg/liter besi
- Deteksi minimum 0,003 mg/liter besi
- Ketelitian $\pm 0,01$ mg/liter dan ketepatan $\pm 0,03$ mg/liter besi.

3.3. Cara SSA (Spektrofotometer Serapan Atom)

- Batas ukur kadar optimum pada panjang gelombang 248,3 nm 0,5 - 10 mg/liter besi.
- Deteksi minimum 0,01 mg/liter besi.

Cara pengujian besi dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) ini dapat dilakukan dengan menggunakan Standar Nasional Indonesia (SNI), yaitu :

- SNI 06 - 2523 - 1991 : Metode Pengujian Kadar Besi Dalam Air Dengan Alat Spektrofotometer Secara Langsung.
- SNI 06 - 2524 - 1991 : Metode Pengujian Kadar Besi Dalam Air Dengan Alat Spektrofotometer Serapan Atom dengan pengolahan pendahuluan cara ekstraksi.
- SNI 06 - 2525 - 1991 : Metode Pengujian Kadar Besi Dalam Air Dengan Alat Spektrofotometer Serapan Atom Tungku Karbon.

Selain metode pengujian tersebut diatas, pemeriksaan kadar besi (Fe) dapat juga dilakukan dengan metode :

- ASTM Designation : D 1068 - 90 Standar Test Method for Iron in Water
- AWWA : 3500 - Fe D IRON (Phenanthroline Method)
- USEPA Method 236.1 Iron (AA, Direct Aspiration)

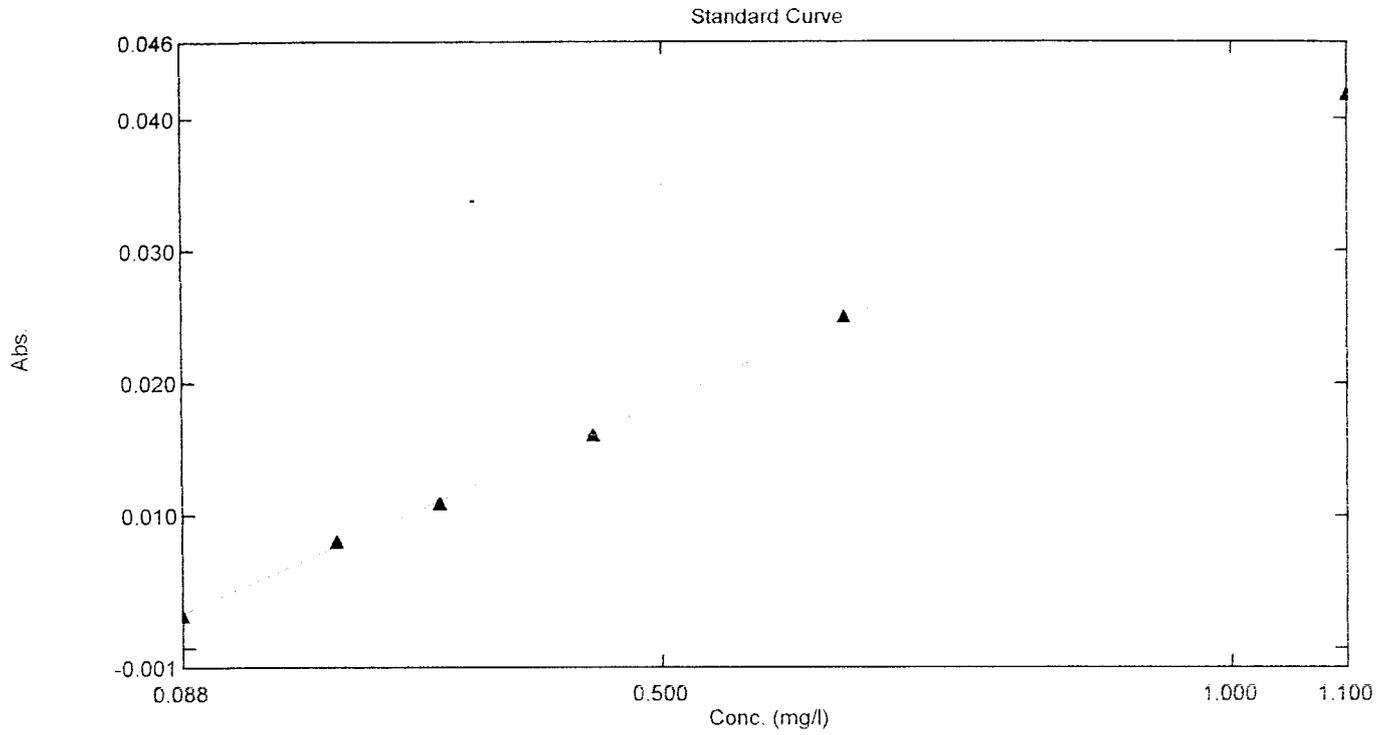
LAMPIRAN VI

Hasil Pembacaan Spektrofotometer Untuk Mn

Standard Table Report

08/28/2006 10:21:24 AM

File Name: F:\Mn Tio.pho



$y = 0.03876 x - 0.00080$
 r^2 Correlation Coefficient = 0.99975

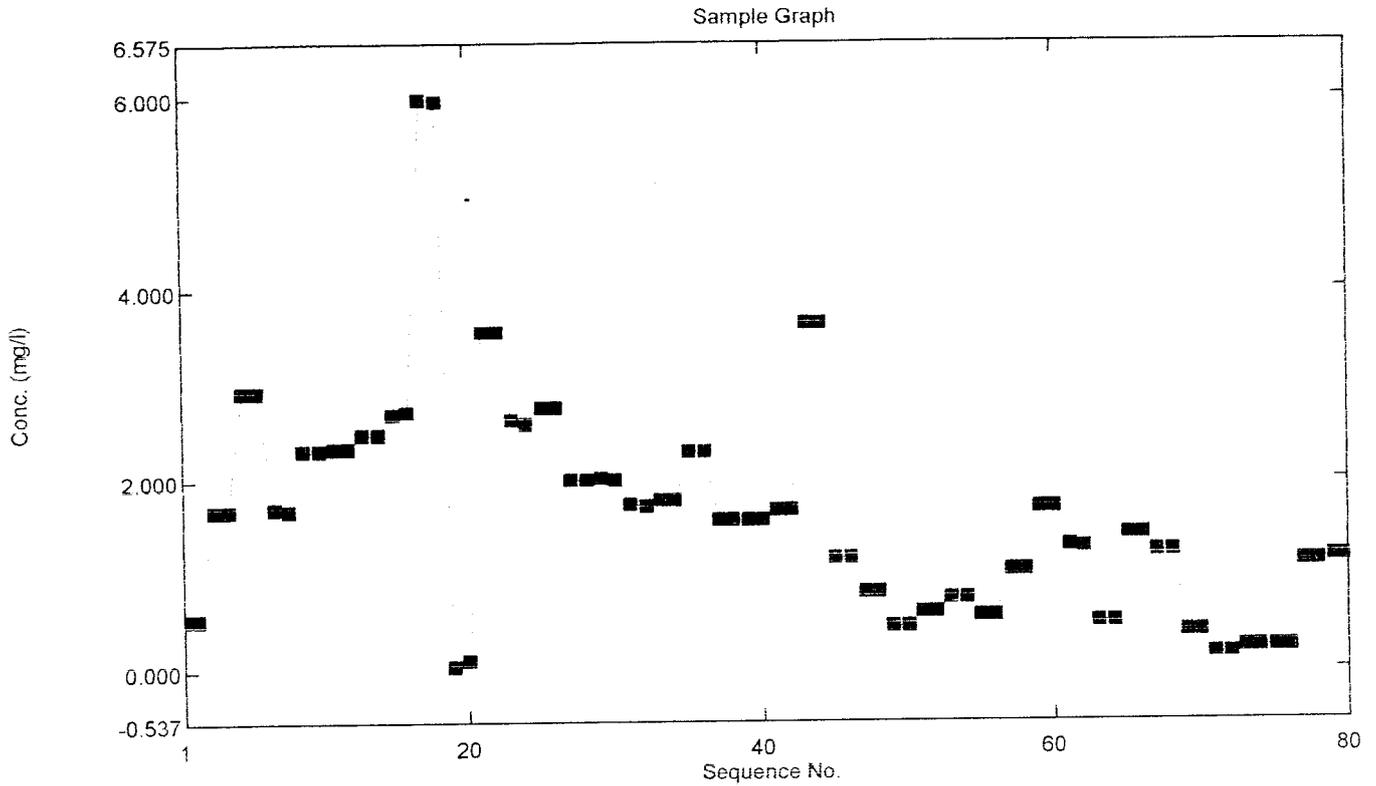
Standard Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL524.8	Wgt.Factor	Comments
Std 1	Standard		0.088	0.002	1.000	
Std 2	Standard		0.220	0.008	1.000	
Std 3	Standard		0.308	0.011	1.000	
Std 4	Standard		0.440	0.016	1.000	
Std 5	Standard		0.660	0.025	1.000	
Std 6	Standard		1.100	0.042	1.000	

Sample Table Report

08/28/2006 10:16:29 AM

File Name: F:\Mn Tio.pho



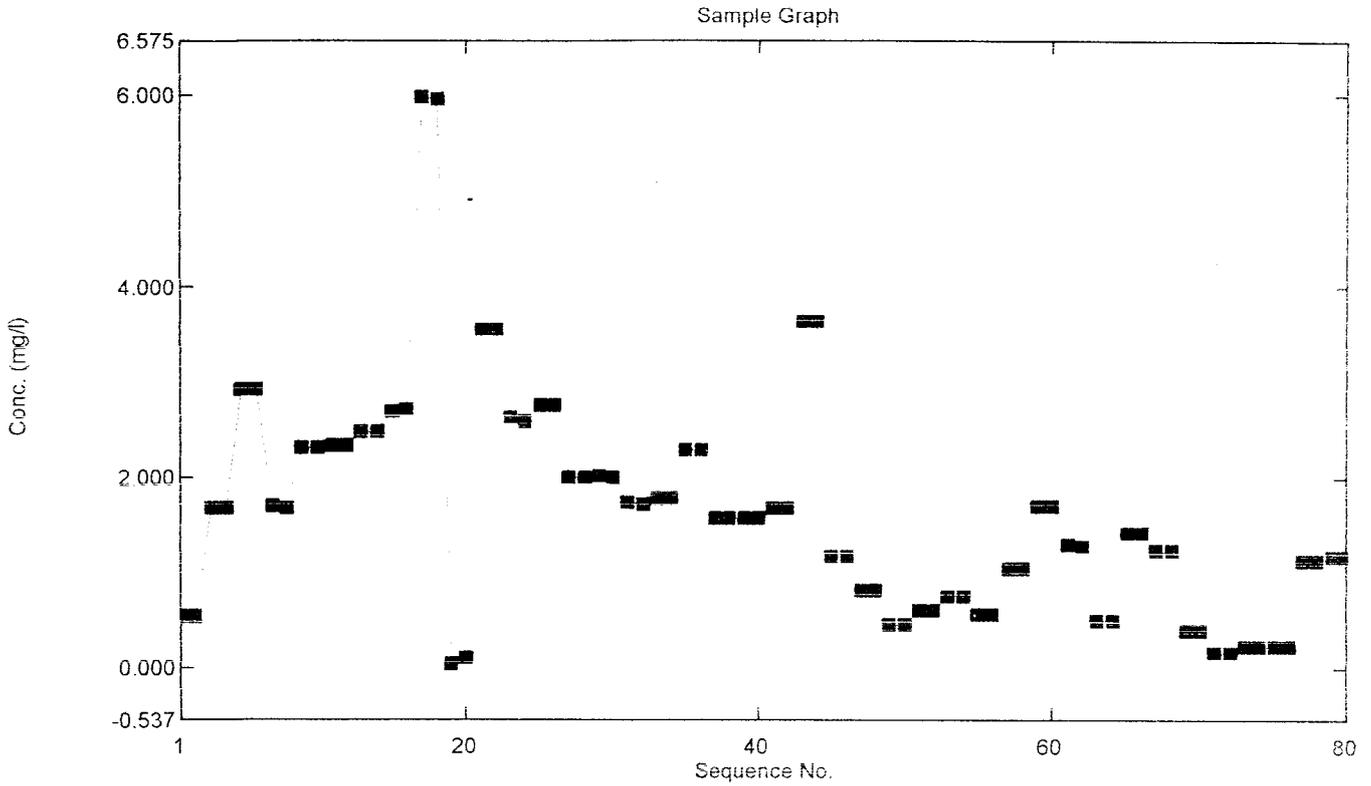
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL524.8	Comments
55	awal 2,5 % 1	Unknown		0.581	0.022	
56	awal 2,5 % 2	Unknown		0.581	0.022	
57	in 2,5 1 1	Unknown		1.060	0.040	
58	in 2,5 1 2	Unknown		1.060	0.040	
59	in 2,5 2 1	Unknown		1.702	0.065	
60	in 2,5 2 2	Unknown		1.699	0.065	
61	in 2,5 3 1	Unknown		1.302	0.050	
62	in 2,5 3 2	Unknown		1.293	0.049	
63	in 2,5 4 1	Unknown		0.502	0.019	
64	in 2,5 4 2	Unknown		0.502	0.019	
65	in 2,5 5 1	Unknown		1.438	0.055	
66	in 2,5 5 2	Unknown		1.431	0.055	
67	in 2,5 6 1	Unknown		1.236	0.047	
68	in 2,5 6 2	Unknown		1.236	0.047	
69	out 2,5 1 1	Unknown		0.398	0.015	
70	out 2,5 1 2	Unknown		0.405	0.015	
71	out 2,5 2 1	Unknown		0.169	0.006	
72	out 2,5 2 2	Unknown		0.175	0.006	

Sample Table Report

08/28/2006 10:16:29 AM

File Name: F:\Mn Tio.pho



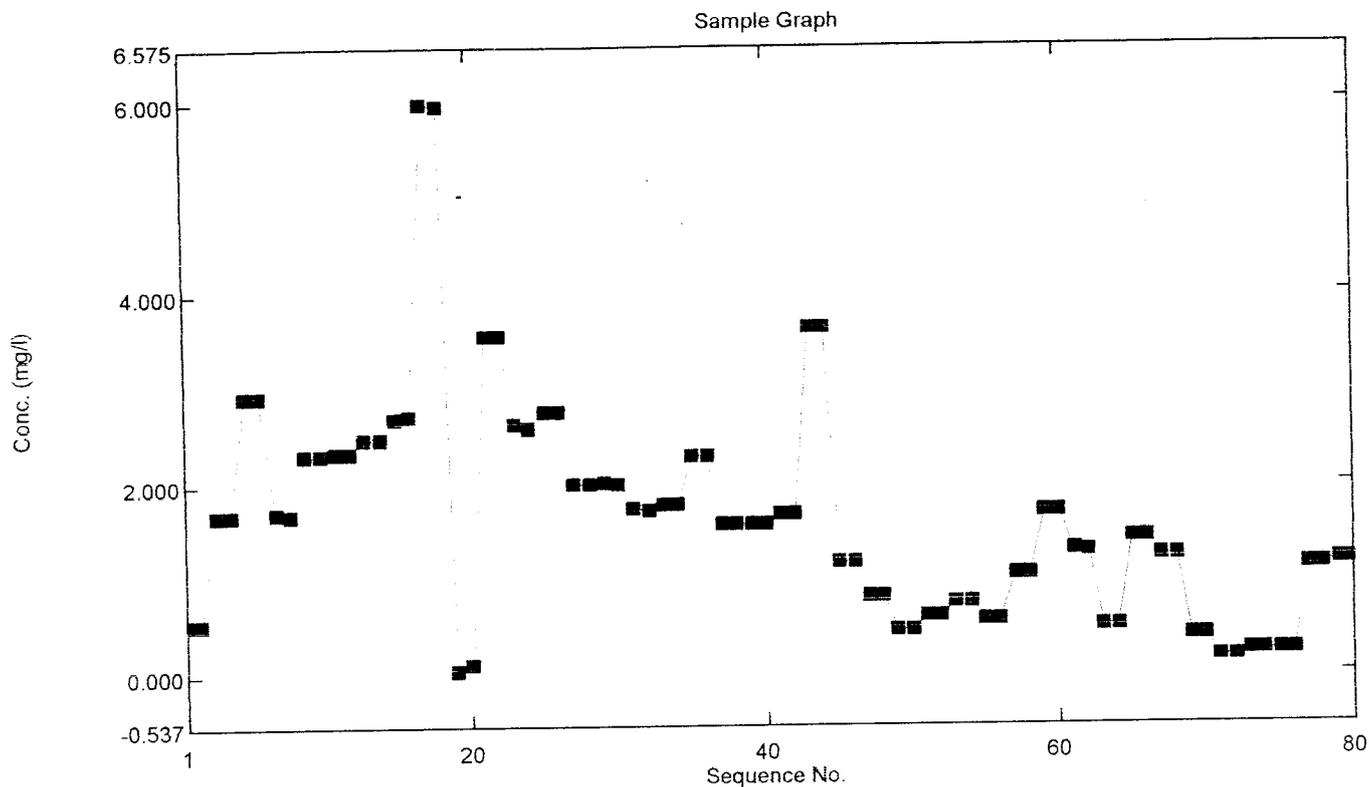
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL524.8	Comments
3	out 2,5 3 1	Unknown		0.238	0.008	
4	out 2,5 3 2	Unknown		0.238	0.008	
5	out 2,5 4 1	Unknown		0.238	0.008	
6	out 2,5 4 2	Unknown		0.235	0.008	
7	out 2,5 5 1	Unknown		1.145	0.044	
8	out 2,5 5 2	Unknown		1.145	0.044	
9	out 2,5 6 1	Unknown		1.179	0.045	
0	out 2,5 6 2	Unknown		1.179	0.045	
1						

Sample Table Report

08/28/2006 10:16:29 AM

File Name: F:\Mn Tio.pho



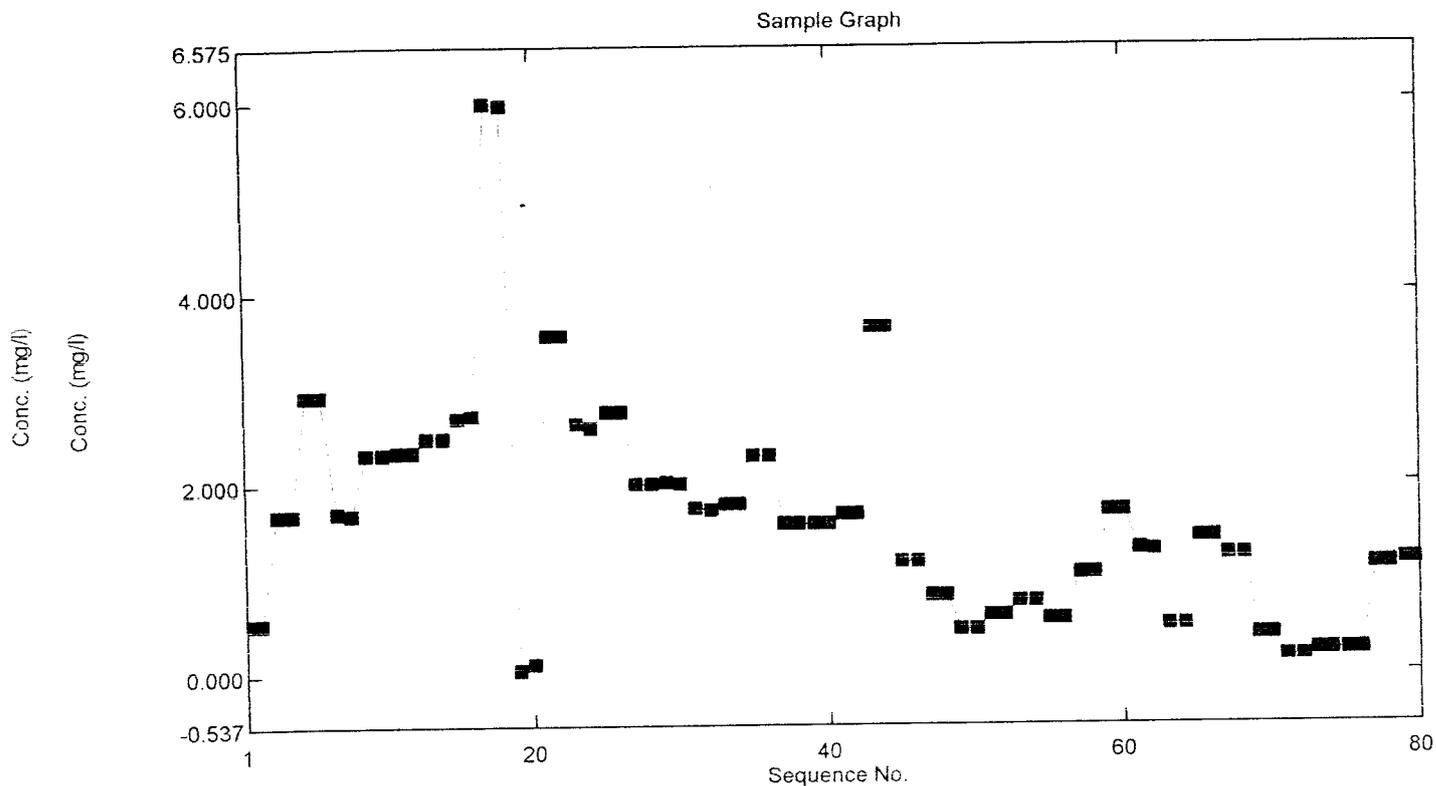
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL524.8	Comments
1	Sampel Awal 1	Unknown		0.550	0.021	
2	Sampel Awal 2	Unknown		0.550	0.021	
3	Awal 5% 1	Unknown		1.683	0.064	
4	Awal 5% 2	Unknown		1.680	0.064	
5	in 5 1 1	Unknown		2.915	0.112	
6	in 5 1 2	Unknown		2.915	0.112	
7	in 5 2 1	Unknown		1.699	0.065	
8	in 5 2 2	Unknown		1.696	0.065	
9	in 5 3 1	Unknown		2.310	0.089	
10	in 5 3 2	Unknown		2.313	0.089	
11	in 5 4 1	Unknown		2.338	0.090	
12	in 5 4 2	Unknown		2.338	0.090	
13	in 5 5 1	Unknown		2.480	0.095	
14	in 5 5 2	Unknown		2.480	0.095	
15	in 5 6 1	Unknown		2.704	0.104	
16	in 5 6 2	Unknown		2.707	0.104	
17	out 5 1 1	Unknown		5.982	0.231	
18	out 5 1 2	Unknown		5.976	0.231	

Sample Table Report

08/28/2006 10:16:29 AM

File Name: F:\Mn Tio.pho



amf Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL524.8	Comments
7	19 out 5 2 1	Unknown		0.055	0.001	
8	20 out 5 2 2	Unknown		0.102	0.003	
9	21 out 5 3 1	Unknown		3.560	0.137	
0	22 out 5 3 2	Unknown		3.563	0.137	
1	23 out 5 4 1	Unknown		2.628	0.101	
2	24 out 5 4 2	Unknown		2.593	0.100	
3	25 out 5 5 1	Unknown		2.757	0.106	
4	26 out 5 5 2	Unknown		2.767	0.106	
5	27 out 5 6 1	Unknown		2.001	0.077	
5	28 out 5 6 2	Unknown		2.001	0.077	
7	29 Awal 7.5 % 1	Unknown		2.014	0.077	
8	30 Awal 7.5% 2	Unknown		2.008	0.077	
9	31 in 7.5 1 1	Unknown		1.740	0.067	
0	32 in 7.5 1 2	Unknown		1.737	0.067	
1	33 in 7.5 2 1	Unknown		1.797	0.069	
2	34 in 7.5 2 2	Unknown		1.797	0.069	
3	35 in 7.5 3 1	Unknown		2.294	0.088	
4	36 in 7.5 3 2	Unknown		2.297	0.088	

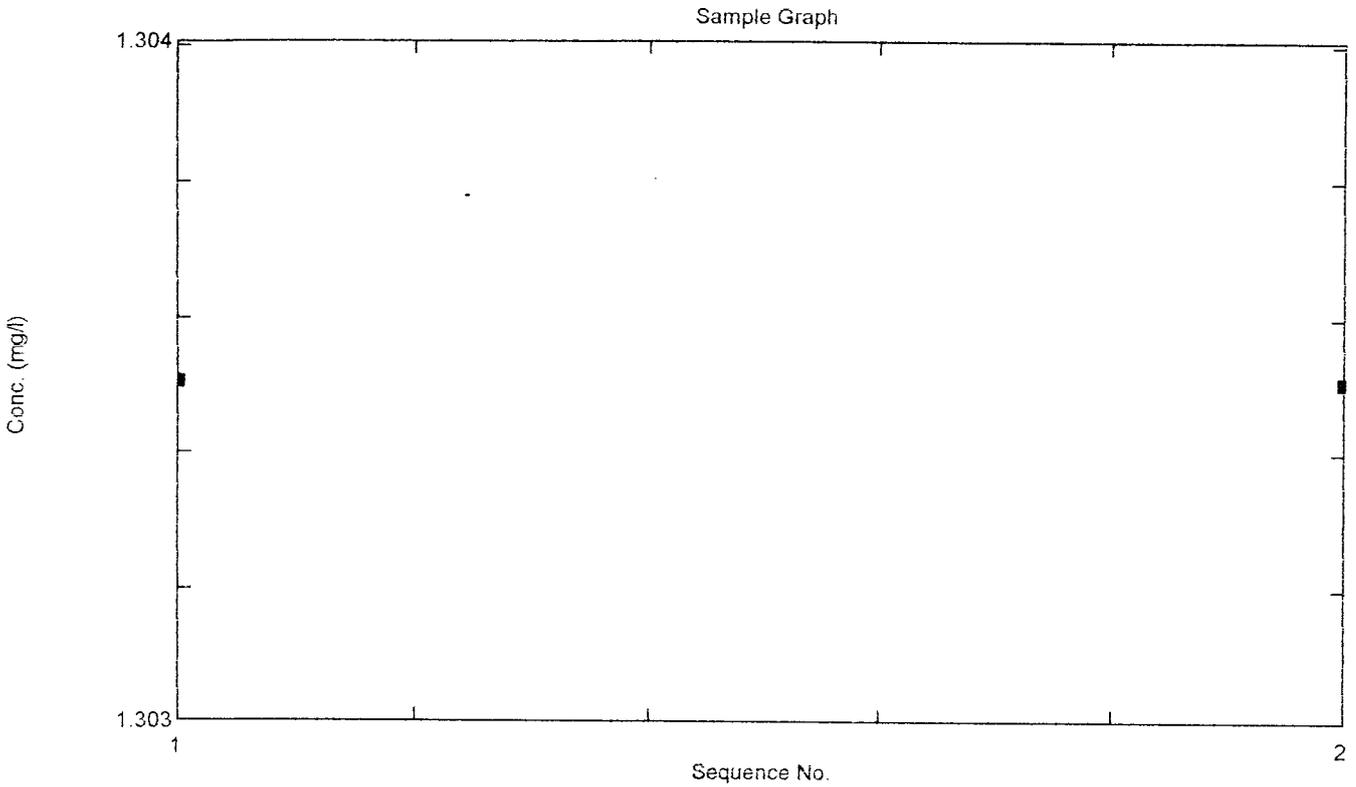
LAMPIRAN VII

Hasil Pembacaan Spektrofotometer Untuk Fe

Sample Table Report

08/19/2006 11:57:21 AM

File Name: F:\Awal Fe.pho



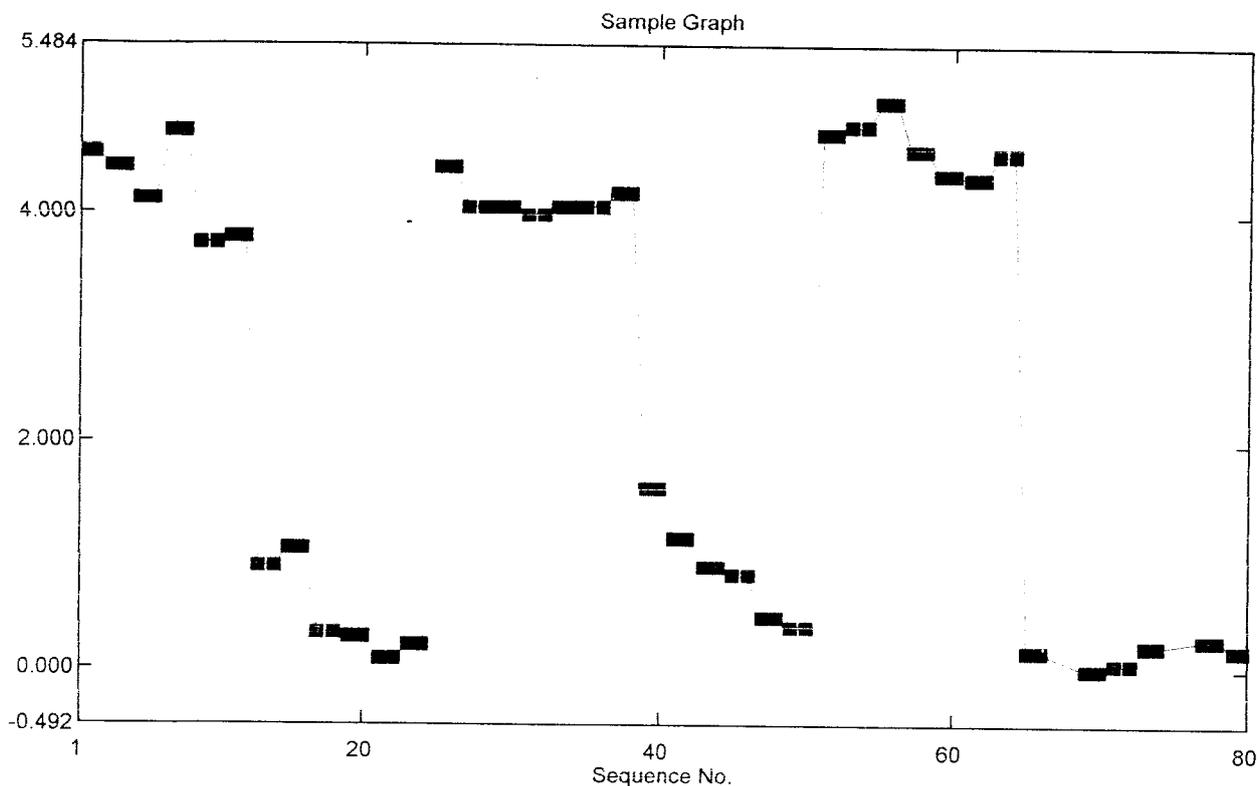
Sample Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL511.0	Comments
Awal A	Unknown		1.304	0.243	2x
AWAL B	Unknown		1.304	0.243	

Sample Table Report

08/19/2006 12:01:02 PM

File Name: F:\Thio Fe.pho



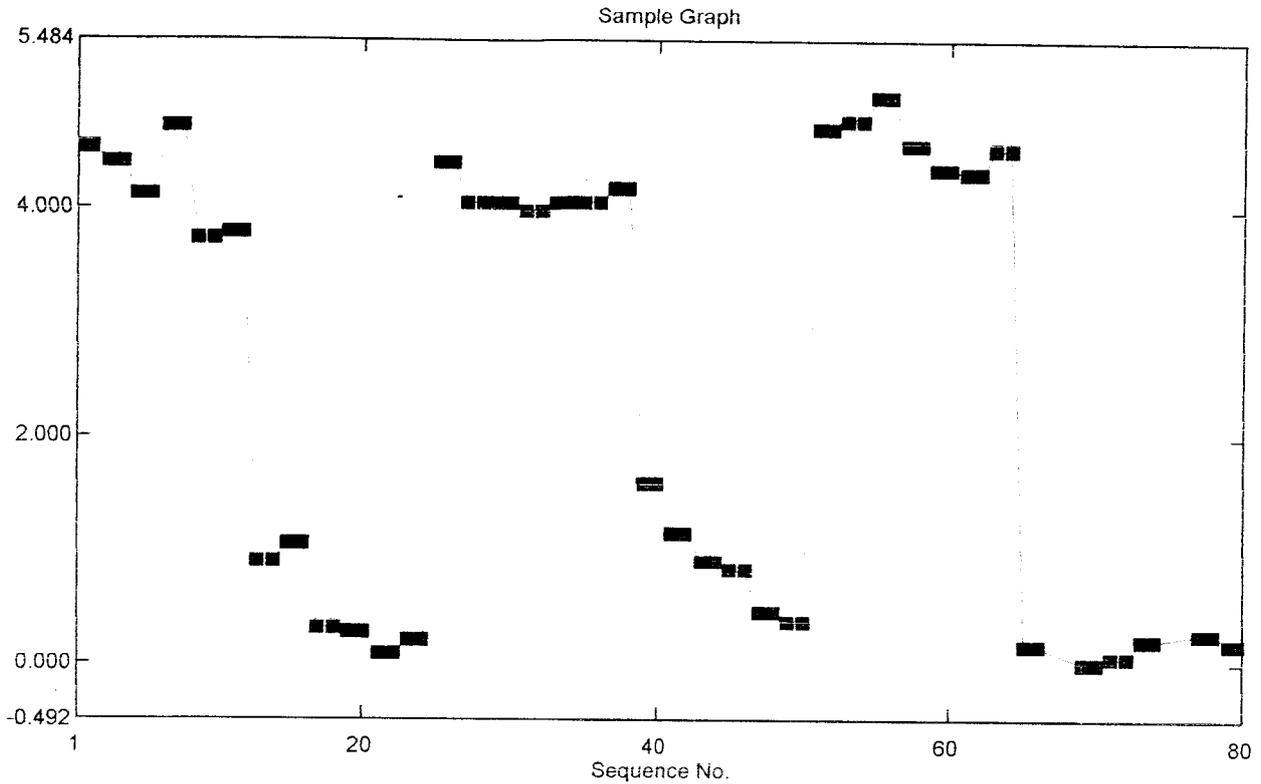
Sample Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL511.0	Comments
in 2,5 1 1	Unknown		4.533	0.857	
in 2,5 1 2	Unknown		4.533	0.857	
in 2,5 2 1	Unknown		4.408	0.834	
in 2,5 2 2	Unknown		4.408	0.834	
in 2,5 3 1	Unknown		4.126	0.780	
in 2,5 3 2	Unknown		4.126	0.780	
in 2,5 4 1	Unknown		4.723	0.894	
in 2,5 4 2	Unknown		4.721	0.893	
in 2,5 5 1	Unknown		3.740	0.707	
in 2,5 5 2	Unknown		3.741	0.707	
in 2,5 6 1	Unknown		3.783	0.715	
in 2,5 6 2	Unknown		3.783	0.715	
out 2,5 1 1	Unknown		0.906	0.168	
out 2,5 1 2	Unknown		0.903	0.167	
out 2,5 2 1	Unknown		1.054	0.196	
out 2,5 2 2	Unknown		1.054	0.196	
out 2,5 3 1	Unknown		0.318	0.056	
out 2,5 3 2	Unknown		0.318	0.056	

Sample Table Report

08/19/2006 12:01:02 PM

File Name: F:\Thio Fe.pho



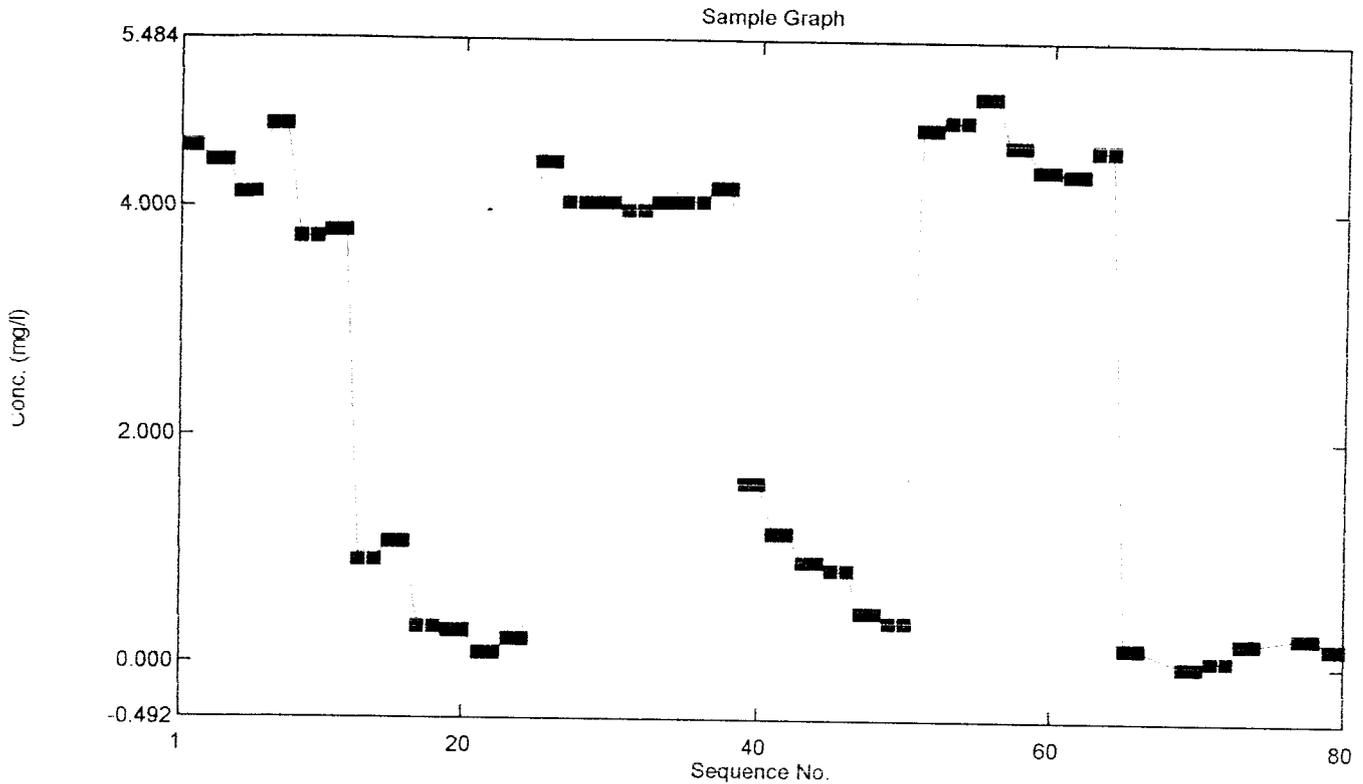
Sample Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL511.0	Comments
out 2,5 4 1	Unknown		0.288	0.050	
out 2,5 4 2	Unknown		0.286	0.050	
out 2,5 5 1	Unknown		0.082	0.011	
out 2,5 5 2	Unknown		0.081	0.011	
out 2,5 6 1	Unknown		0.214	0.036	
out 2,5 6 2	Unknown		0.214	0.036	
Awal 5%1	Unknown		4.404	0.833	
Awal 5% 2	Unknown		4.404	0.833	
in 5 1 1	Unknown		4.063	0.768	
in 5 1 2	Unknown		4.060	0.768	
in 5 2 1	Unknown		4.059	0.767	
in 5 2 2	Unknown		4.058	0.767	
in 5 3 1	Unknown		3.990	0.754	
in 5 3 2	Unknown		3.988	0.754	
in 5 4 1	Unknown		4.058	0.767	
in 5 4 2	Unknown		4.056	0.767	
in 5 5 1	Unknown		4.063	0.768	
in 5 5 2	Unknown		4.063	0.768	

Sample Table Report

08/19/2006 12:01:02 PM

File Name: F:\Thio Fe.pho



Sample Table

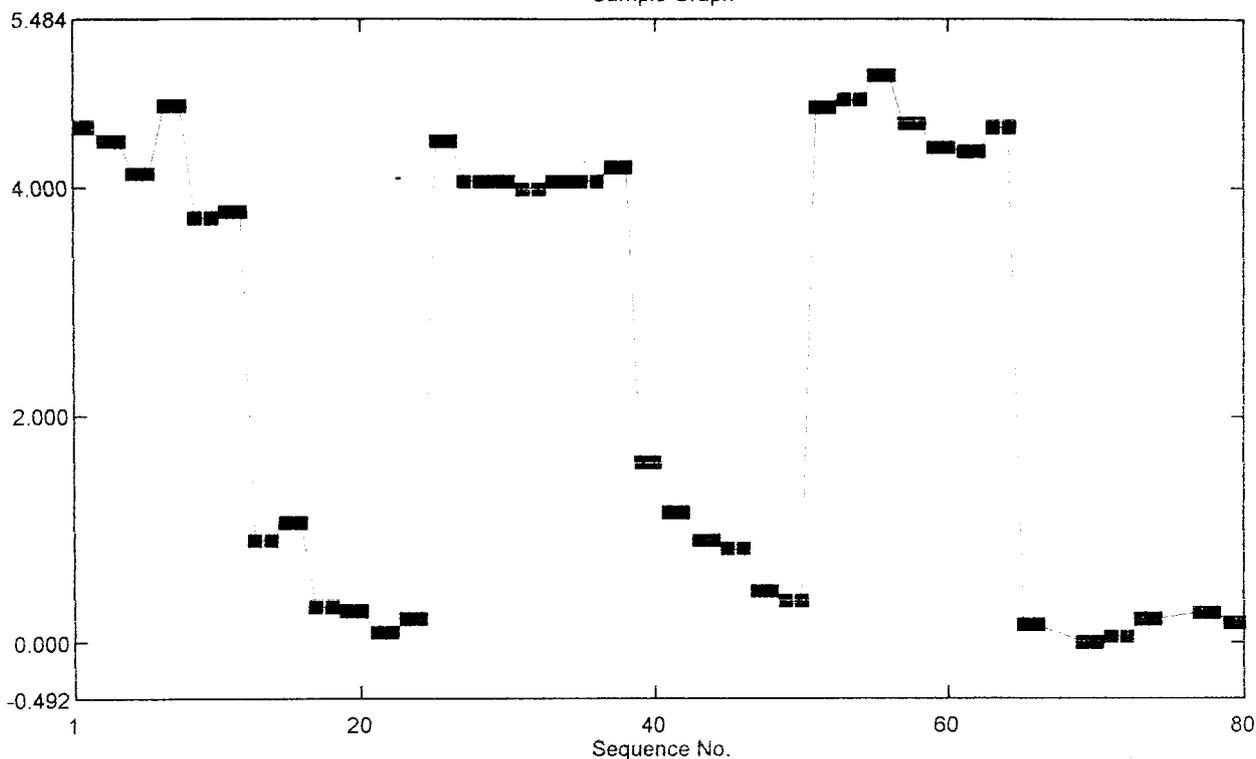
Sample ID	Type	Ex	Conc	WL511.0	Comments
in 5 6 1	Unknown		4.188	0.792	
in 5 6 2	Unknown		4.186	0.792	
out 5 1 1	Unknown		1.581	0.296	
out 5 1 2	Unknown		1.582	0.296	
out 5 2 1	Unknown		1.153	0.214	
out 5 2 2	Unknown		1.153	0.214	
out 5 3 1	Unknown		0.906	0.168	
out 5 3 2	Unknown		0.906	0.168	
out 5 4 1	Unknown		0.822	0.151	
out 5 4 2	Unknown		0.822	0.152	
out 5 5 1	Unknown		0.467	0.084	
out 5 5 2	Unknown		0.465	0.084	
out 5 6 1	Unknown		0.369	0.065	
out 5 6 2	Unknown		0.370	0.066	
Awal 7,5% 1	Unknown		4.712	0.892	
Awal 7,5% 2	Unknown		4.712	0.892	
in 7,5 1 1	Unknown		4.778	0.904	
in 7,5 1 2	Unknown		4.780	0.905	

Sample Table Report

08/19/2006 12:01:02 PM

File Name: F:\Thio Fe.pho

Sample Graph



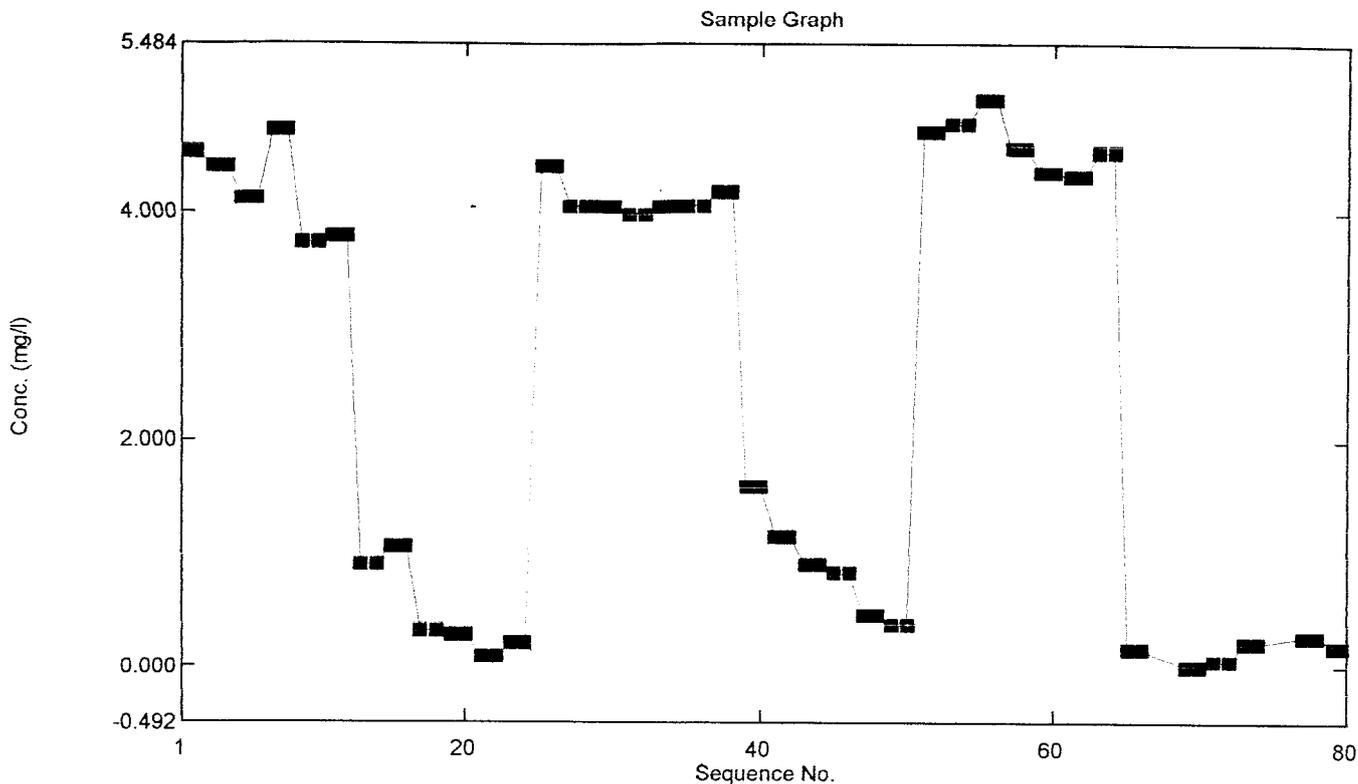
Sample Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL511.C	Comments
in 7,5 2 1	Unknown		4.986	0.944	
in 7,5 2 2	Unknown		4.986	0.944	
in 7,5 3 1	Unknown		4.565	0.864	
in 7,5 3 2	Unknown		4.565	0.864	
in 7,5 4 1	Unknown		4.355	0.824	
in 7,5 4 2	Unknown		4.355	0.824	
in 7,5 5 1	Unknown		4.322	0.817	
in 7,5 5 2	Unknown		4.322	0.817	
in 7,5 6 1	Unknown		4.533	0.857	
in 7,5 6 2	Unknown		4.535	0.858	
out 7,5 1 1	Unknown		0.153	0.024	
out 7,5 1 2	Unknown		0.153	0.024	
out 7,5 2 1	Unknown	✓	-0.043	-0.013	
out 7,5 2 2	Unknown	✓	-0.041	-0.013	
out 7,5 3 1	Unknown		0.006	-0.004	
out 7,5 3 2	Unknown		0.006	-0.004	
out 7,5 4 1	Unknown		0.055	0.006	
out 7,5 4 2	Unknown		0.055	0.006	

Sample Table Report

08/19/2006 12:01:02 PM

File Name: F:\Thio Fe.pho



Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL511.0	Comments
3	out 7,5 5 1	Unknown		0.213	0.036	
4	out 7,5 5 2	Unknown		0.214	0.036	
5	out 7,5 6 1	Unknown	✓	-0.135	-0.030	
5	out 7,5 6 2	Unknown	✓	-0.135	-0.030	
7	ul 7,5 2 1	Unknown		0.274	0.047	
3	ul 7,5 2 2	Unknown		0.274	0.047	
3	ul 7,5 6 1	Unknown		0.186	0.031	
3	ul 7,5 6 2	Unknown		0.184	0.030	

LAMPIRAN VIII

Dokumentasi



Proses Pencampuran Tanah Liat, Pasir Kwarsa dan Serbuk gergaji



Proses Pencampuran Tanah Liat, Pasir Kwarsa dan Serbuk gergaji



Proses Pengayakan Serbuk Gergaji



Membran Keramik Yang Sudah Siap Digunakan

KEPUTUSAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 907/MENKES/SK/VII/2002
TENTANG
SYARAT-SYARAT DAN PENGAWASAN KUALITAS AIR MINUM
MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA

- Menimbang:
- a. bahwa dalam rangka meningkatkan derajat kesehatan masyarakat, perlu dilaksanakan berbagai upaya kesehatan termasuk pengawasan kualitas air minum yang dikonsumsi oleh masyarakat;
 - b. bahwa agar air minum yang dikonsumsi masyarakat tidak menimbulkan gangguan kesehatan perlu menetapkan persyaratan kesehatan kualitas air minum;
 - c. bahwa sehubungan dengan huruf a dan b tersebut diatas, perlu ditetapkan Keputusan Menteri Kesehatan tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum;

- Mengingat:
1. Undang-Undang Nomor 4 Tahun 1984 tentang Wabah Penyakit Menular (Lembaran Negara Tahun 1984 Nomor 20, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3273);
 2. Undang-Undang Nomor 4 Tahun 1992 tentang Perumahan dan Permukiman (Lembaran Negara Tahun 1992 Nomor 23, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3469);
 3. Undang-Undang Nomor 23 Tahun 1992 tentang Kesehatan (Lembaran Negara Tahun 1992 Nomor 100, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3495);
 4. Undang-undang Nomor 8 Tahun 1999 tentang Perlindungan Konsumen (Lembaran Negara Tahun 1999 Nomor 42, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3821);
 5. Undang-Undang Nomor 22 Tahun 1999 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Tahun 1999 Nomor 60, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3839);
 6. Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 1982 Tentang Tata Perigaturan Air (Lembaran Negara Tahun 1982 Nomor 37, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3225);
 7. Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 1999 tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Tahun 1999 Nomor 59, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3838);
 8. Peraturan Pemerintah Nomor 25 Tahun 2000 tentang Kewenangan Pemerintah dan Pemerintah Propinsi sebagai

Daerah Otonom (Lembaran Negara Tahun 2000 Nomor 54, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3952);

9. Peraturan Pemerintah Nomor 20 Tahun 2001 tentang Pembinaan dan Pengawasan Atas Penyelenggaraan Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Tahun 2001 Nomor 41, Tambahan Lembaran Negara Nomor 4190);
10. Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Lembaran Negara Tahun 2001 Nomor 153, Tambahan Lembaran Negara Nomor 4161);
11. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1277/Menkes/SK/XI/2001 tentang Organisasi dan Tata Kerja Departemen Kesehatan;

MEMUTUSKAN:

Menetapkan: **KEPUTUSAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA TENTANG SYARAT-SYARAT DAN PENGAWASAN KUALITAS AIR MINUM.**

BAB I KETENTUAN UMUM Pasal 1

Dalam Keputusan ini yang dimaksud dengan :

1. Air Minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.
2. Sampel Air adalah air yang diambil sebagai contoh yang digunakan untuk keperluan pemeriksaan laboratorium.
3. Pengelola Penyediaan Air Minum adalah Badan Usaha yang mengelola air minum untuk keperluan masyarakat.
4. Dinas Kesehatan adalah Dinas Kesehatan Kabupaten/Kota.

BAB II RUANG LINGKUP DAN PERSYARATAN

- (1) Jenis air minum meliputi :
 - a. Air yang didistribusikan melalui pipa untuk keperluan rumah tangga;
 - b. Air yang didistribusikan melalui tangki air;
 - c. Air kemasan;
 - d. Air yang digunakan untuk produksi bahan makanan dan minuman yang disajikan kepada masyarakat;harus memenuhi syarat kualitas air minum.

- (2) Persyaratan kualitas air minum sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi persyaratan bakteriologis, kimiawi, radioaktif dan fisik.
- (3) Persyaratan kualitas air minum sebagaimana dimaksud pada ayat (2) tercantum dalam Lampiran I Keputusan ini.

BAB III
PEMBINAAN DAN PENGAWASAN

Pasal 3

Menteri Kesehatan melakukan pembinaan teknis terhadap segala kegiatan yang berhubungan dengan penyelenggaraan persyaratan kualitas air minum.

Pasal 4

- (1) Pengawasan kualitas air minum dilaksanakan oleh Dinas Kesehatan Kabupaten/Kota melalui kegiatan:
 - a. Inspeksi sanitasi dan pengambilan sampel air termasuk air pada sumber air baku, proses produksi, jaringan distribusi, dan air minum isi ulang dan air minum dalam kemasan.
 - b. Pemeriksaan air dilakukan di tempat/di lapangan dan atau di laboratorium.
 - c. Analisis hasil pemeriksaan laboratorium dan pengamatan lapangan.
 - d. Memberi rekomendasi untuk mengatasi masalah yang ditemui dari hasil kegiatan a, b, c yang ditujukan kepada pengelola penyediaan air minum.
 - e. Tindak lanjut upaya penanggulangan/perbaikan dilakukan oleh pengelola penyediaan air minum.
 - f. Penyuluhan kepada masyarakat.
- (2) Hasil pengawasan sebagaimana dimaksud ayat (1) wajib dilaporkan secara berkala oleh Kepala Dinas kepada Bupati/Wali Kota.
- (3) Tata cara penyelenggara pengawasan sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) dan ayat (2) sebagaimana tercantum pada Lampiran II Keputusan ini.

Pasal 5

- (1) Dalam pelaksanaan pengawasan kualitas air minum, Dinas Kesehatan Kabupaten/Kota dapat menentukan parameter kualitas air yang akan diperiksa, sesuai dengan kebutuhan dan kondisi daerah tangkapan air, instalasi pengolahan air dan jaringan perpipaan.
- (2) Pemilihan parameter sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan setelah dilakukan pemeriksaan kondisi awal kualitas air minum dengan mengacu pada Lampiran II Keputusan ini.

Pasal 6

Pemeriksaan sampel air minum dilaksanakan di laboratorium pemeriksaan kualitas air yang ditunjuk oleh Pemerintah Kabupaten/Kota.

Pasal 7

- (1) Dalam keadaan khusus/darurat dibawah pengawasan Pemerintah Kabupaten/Kota, apabila terjadi penyimpangan dari syarat-syarat kualitas air minum yang ditetapkan dibolehkan sepanjang tidak membahayakan kesehatan.
- (2) Keadaan khusus/darurat sebagaimana dimaksud pada ayat (1) yaitu suatu kondisi yang tidak seperti keadaan biasanya, dimana telah terjadi sesuatu diluar keadaan normal misalnya banjir, gempa bumi, kekeringan dari sejenisnya.

Pasal 8

Pemerintah Kabupaten/Kota dalam melakukan pengawasan dapat mengikut sertakan instansi terkait, asosiasi pengelola air minum, lembaga swadaya masyarakat dan organisasi profesi yang terkait.

Pasal 9

- (1) Pengelola penyediaan air minum harus :
 - (a) menjamin air minum yang diproduksinya memenuhi syarat kesehatan, dengan melaksanakan pemeriksaan secara berkala terhadap kualitas air yang diproduksi mulai dari :
 - pemeriksaan instalasi pengolahan air;
 - pemeriksaan pada jaringan pipa distribusi;
 - pemeriksaan pada pipa sambungah ke konsumen;
 - pemeriksaan pada proses isi ulang dan kemasan.
 - (b) melakukan pengamanan terhadap sumber air baku yang dikelolanya dari segala bentuk pencemaran peraturan perundangan yang berlaku.
- (2) Kegiatan pengawasan oleh pengelola sebagaimana di maksudkan pada ayat (1) di laksanakan sesuai pedoman sebagaimana terlampir dalam Lampiran III Keputusan ini.



BAB IV
PEMBIAYAAN
Pasal 10

Pembiayaan pemeriksaan sampel air minum sebagaimana dimaksudkan dalam Keputusan ini dibebankan kepada pihak pengelola air minum, pemerintah maupun swasta dan masyarakat, sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

BAB V
SANKSI
Pasal 11

Setiap Pengelola Penyediaan Air Minum yang melakukan perbuatan yang bertentangan dengan ketentuan-ketentuan dalam Keputusan ini yang dapat mengakibatkan gangguan kesehatan masyarakat dan merugikan kepentingan umum dapat dikenakan sanksi administratif dan/ atau sanksi pidana berdasarkan peraturan yang berlaku.

BAB VI
KETENTUAN PERALIHAN
Pasal 12

Semua pengelola Penyediaan Air Minum yang telah ada harus menyesuaikan dengan ketentuan yang diatur dalam Keputusan ini selambat-lambatnya dalam waktu 2 (dua) tahun setelah ditetapkannya Keputusan ini.

Pasal 13

Ketentuan pelaksanaan Keputusan Menteri Kesehatan ini, ditetapkan lebih lanjut dengan Peraturan Daerah.

BAB VII
KETENTUAN PENUTUP
Pasal 14

Dengan ditetapkannya Keputusan ini, maka Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416/MENKES/Per/IX/1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air, sepanjang menyangkut air minum dinyatakan tidak berlaku lagi.

Pasal 15

Keputusan ini berlaku sejak ditetapkan.

Ditetapkan di J A K A R T A
Pada Tanggal 29 Juli 2002
MENTERI KESEHATAN RI,

ttd.

Dr. ACHMAD SUJUDI

Lampiran I
 KEPUTUSAN MENTERI
 KESEHATAN RI
 Nomor : 907/MENKES/SK/VI/2002
 Tanggal : 29 Juli 2002

PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM

1. BAKTERIOLOGIS

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

2. KIMIAWI

2.1. Bahan kimia yang memiliki pengaruh langsung pada kesehatan.

A. Bahan Anorganik

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
1	2	3	4
Antimon	(mg/liter)	0.005	
Air Raksa	(mg/liter)	0.001	
Arsenic	(mg/liter)	0.01	
Barium	(mg/liter)	0.7	
Boron	(mg/liter)	0,3	
Kadmium	(mg/liter)	0.003	
Kromium (Valensi 6)	(mg/liter)	0,05	
Tembaga	(mg/liter)	2	
Sianida	(mg/liter)	0.07	
Fluorida	(mg/liter)	1,5	
Timbal	(mg/liter)	0.01	
Molybdenum	(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 Organik

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
1	2	3	4
<i>Chlorinated alkanes</i>			
Carbon tetrachloride	(µg/liter)	2	
Dichloromethane	(µg/liter)	20	
1,2-dichloroethane	(µg/liter)	30	
1,1,1-trichloroethane	(µg/liter)	2000	
<i>Chlorinated ethenes</i>			
Vinyl chloride	(µg/liter)	5	
1,1-dichloroethene	(µg/liter)	30	
1,2-dichloroethene	(µg/liter)	50	
Trichloroethene	(µg/liter)	70	
Tetrachloroethene	(µg/liter)	40	
<i>Aromatic hydrocarbons</i>			
Benzene	(µg/liter)	10	
Toluene	(µg/liter)	700	
Xylenes	(µg/liter)	500	
Benzo[a]pyme	(µg/liter)	0,7	
<i>Chlorinated benzenes</i>			
Monochlorobenzene	(µg/liter)	300	
1,2-dichlorobenzene	(µg/liter)	1000	
1,4-dichlorobenzene	(µg/liter)	300	
Trichlorobenzenes (total)	(µg/liter)	20	
<i>Lain-lain</i>			
Di(2-ethyl hexy)adipate	(µg/liter)	80	
Di(2-ethylhexyl) phthalate	(µg/liter)	8	
Acrylamide	(µg/liter)	0,5	
Epichlorohydrin	(µg/liter)	0,4	
Hexachlorobutadiene	(µg/liter)	0,6	
Edetic acid (EDTA)	(µg/liter)	200	

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
1	2	3	4
Tributyltin oxide	($\mu\text{g/liter}$)	10	

C. Pestisida

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
1	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-dichloropropene	($\mu\text{g/liter}$)	20	
Heptachlor and Heptachlor epoxide	($\mu\text{g/liter}$)	0,03	
Hexachlorobenzene	($\mu\text{g/liter}$)	1	
Isoproturon	($\mu\text{g/liter}$)	9	
Lindane	($\mu\text{g/liter}$)	2	
MCPA	($\mu\text{g/liter}$)	2	
Methoxychlor	($\mu\text{g/liter}$)	20	
Metolachlor	($\mu\text{g/liter}$)	10	
Molinate	($\mu\text{g/liter}$)	6	
Pendimethalin	($\mu\text{g/liter}$)	20	
Pentachlorophenol	($\mu\text{g/liter}$)	9	

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
1	2	3	4
Permethrin	(µg/liter)	20	
Propanil	(µg/liter)	20	
Pyridate	(µg/liter)	100	
Simazine	(µg/liter)	2	
Trifluralin	(µg/liter)	20	
Chlorophenoxy	(µg/liter)		
<i>Herbicides</i>	(µg/liter)		
<i>selain 2,4D dan MCPA</i>	(µg/liter)		
2,4-DB	(µg/liter)	90	
Dichlorprop	(µg/liter)	100	
Fenoprop	(µg/liter)	9	
Mecoprop	(µg/liter)	10	
2,4,5-T	(µg/liter)	9	

D. Desinfektan dan hasil sampingannya

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
1	2	3	4
Monochloramine	(mg/liter)	3	
Chlorine	(mg/liter)	5	
Bromate	(µg/liter)	25	
Chlorite	(µg/liter)	200	
Chlorophenol	(µg/liter)		
2,4,6-trichlorophenol	(µg/liter)	200	
Formaldehyde	(µg/liter)	900	
Trihalomethanes			
Bromoform	(µg/liter)	100	
Dibromochloromethane	(µg/liter)	100	
Bromodichloromethane	(µg/liter)	60	
Chloroform	(µg/liter)	200	
Chlorinated acetic acids			

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
1	2	3	4
Dichloroacetic acid	(µg/liter)	50	
Trichloroacetic acid	(µg/liter)	100	
Chloral hydrate (trichloroacetaldehyde)	(µg/liter) (µg/liter)	10	
Halogenated acetonitriles			
Dichloroacetonitrile	(µg/liter)	90	
Dibromoacetonitrile	(µg/liter)	100	
Trichloroacetonitrile	(µg/liter)	1	
Cyanogen chloride (sebagai CN)	(µg/liter)	70	

2.2 Bahan Kimia yang kemungkinan dapat menimbulkan keluhan pada konsumen

A. Bahan Anorganik

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
1	2	3	4
Ammonia	mg/l	1,5	
Aluminium	mg/l	0,2	
Klorida	mg/l	250	
Tembaga	mg/l	1	
Kesadahan	mg/l	500	
Hidrogen Sulfida	mg/l	0.05	
Besi	mg/l	0.3	
Mangan	mg/l	0.1	
pH	-	6,5-8,5	
Sodium	mg/l	200	
Sulfat	mg/l	250	
Total zat padat terlarut	mg/l	1000	
Seng	mg/l	3	

B. Bahan Organik, Desinfektan dan hasil sampingannya

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
1	2	3	4
Organik			
Toluene	($\mu\text{g/l}$)	24-170	
Xylene	($\mu\text{g/l}$)	20-1800	
Ethylbenzene	($\mu\text{g/l}$)	2-200	
Styrene	($\mu\text{g/l}$)	4-2600	
Monochlorobenzene	($\mu\text{g/l}$)	10-120	
1,2-dichlorobenzene	($\mu\text{g/l}$)	1 -10	
1,4-dichlorobenzene	($\mu\text{g/l}$)	0,3-30	
Trichlorobenzenes (total)	($\mu\text{g/l}$)	5-50	
Deterjen			
	($\mu\text{g/l}$)	50	
Desinfektan dan hasil sampingannya			
Chlorine	($\mu\text{g/l}$)	600-1000	
2-chlorophenol	($\mu\text{g/l}$)	0.1 -10	
2,4-dichlorophenol	($\mu\text{g/l}$)	0,3-40	
2,4,6-trichlorophenol	($\mu\text{g/l}$)	2-300	

3. RADIOAKTIFITAS

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
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	Keterangan
1	2	3	4
Parameter Fisik			
Warna	TCU	15	

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
1	2	3	4
Rasa dan bau	–	–	tidak berbau dan berasa
Temperatur	°C	Suhu udara $\pm 3^{\circ}\text{C}$	
Kekeruhan	NTU	5	

MENTERI KESEHATAN RI,

ttd.

Dr. ACHMAD SUJUDI

**PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA
NOMOR : 20 TAHUN 1990
TENTANG
PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR**

PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA

Menimbang :

- a. bahwa air merupakan sumber daya alam yang memenuhi hajat hidup orang banyak, sehingga perlu dipelihara kualitasnya agar tetap bermanfaat bagi hidup dan kehidupan manusia serta makhluk hidup lainnya.
- b. bahwa agar air dapat bermanfaat secara berkelanjutan dengan tingkat mutu yang diinginkan perlu dilakukan pengendalian pencemaran air.
- c. bahwa sehubungan dengan hal tersebut di atas dipandang perlu menetapkan Peraturan Pemerintah tentang Pengendalian Pencemaran Air.

Mengingat :

1. Pasal 5 ayat (2) Undang-undang Dasar 1945;
2. Undang-undang Nomor 9 Tahun 1960 tentang Pokok-pokok Kesehatan (Lembaran Negara Tahun 1960 Nomor 13), Tambahan Lembaran Negara Nomor 2063).
3. Undang-undang Nomor 2 Tahun 1966 tentang Hygiene (Lembaran Negara Tahun 1966 Nomor, Tambahan Lembaran Negara Nomor 2084).
4. Undang-Undang Nomor 11 Tahun 1974 tentang Pengairan (Lembaran Negara Tahun 1974 Nomor 65, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3046);
5. Undang-undang Nomor 5 Tahun 1974 tentang Pokok-pokok Pemerintah di Daerah (Lembaran Negara Tahun 1974 Nomor 38, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3037).
6. Undang-Undang Nomor 4 Tahun 1982 tentang Ketentuan-ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Tahun 1982 Nomor 12, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3215).
7. Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1984 tentang Perindustrian (Lembaran Negara Tahun 1984 Nomor 22, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3274).
8. Undang-Undang Nomor 9 Tahun 1985 tentang Perikanan (Lembaran Negara Tahun 1985 Nomor 46, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3299).
9. Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 1982 tentang Tata Pengaturan Air (Lembaran Negara Tahun 1982 Nomor 37, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3235).
10. Peraturan Pemerintah Nomor 29 Tahun 1986 tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (Lembaran Negara Tahun 1986 Nomor 42, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3338).

MEMUTUSKAN :

Menetapkan :

PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA TENTANG PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR.

BAB I KETENTUAN UMUM

Pasal 1

Dalam Peraturan Pemerintah ini yang dimaksud dengan :

1. Air adalah semua air yang terdapat di dalam dan atau berasal dari sumber air, dan terdapat di atas permukaan tanah, tidak termasuk dalam pengertian ini adalah air yang terdapat di bawah permukaan tanah dan air laut;
2. Pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya;
3. Pengendalian adalah upaya pencegahan dan atau penanggulangan dan atau pemulihan;
4. Baku mutu air adalah batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain yang ada atau harus ada dan atau unsur pencemar yang ditenggang adanya dalam air pada sumber air tertentu sesuai dengan peruntukannya;
5. Beban pencemaran adalah jumlah suatu parameter pencemaran yang terkandung dalam sejumlah air atau limbah;
6. Daya tampung beban pencemaran adalah kemampuan air pada sumber air menerima beban pencemaran limbah tanpa mengakibatkan turunnya kualitas air sehingga melewati baku mutu air yang ditetapkan sesuai dengan peruntukannya;
7. Baku mutu limbah cair adalah batas kadar dan jumlah unsur pencemaran yang ditenggang adanya dalam limbah cair untuk dibuang dari suatu jenis kegiatan tertentu;
8. Menteri adalah Menteri yang ditugasi mengelola lingkungan hidup.

BAB II INVENTARISARI KUALITAS DAN KUANTITAS AIR

Pasal 2

Gubernur menunjuk instansi teknis di daerah untuk melakukan inventarisasi kualitas dan kuantitas air untuk kepentingan pengendalian pencemaran air.

Pasal 3

1. Gubernur Kepala Daerah Tingkat I, menetapkan prioritas pelaksanaan inventarisasi kualitas dan kuantitas air.
2. Apabila sumber air berada atau mengalir melalui atau merupakan batas dari dua atau lebih Propinsi Daerah Tingkat I, prioritas sebagaimana dimaksud

dalam ayat (1) ditetapkan oleh Gubernur Kepala Daerah Tingkat I di bawah koordinasi Menteri.

Pasal 4

1. Data Kualitas dan kuantitas air disusun dan didokumentasikan pada instansi teknis yang bertanggung jawab, di bidang pengelolaan lingkungan hidup di daerah.
2. Data kualitas dan kuantitas air sebagaimana di maksud dalam ayat (1) diolah oleh instansi teknis yang bersangkutan dan laporannya disampaikan kepada Menteri dan Gubernur Kepala Daerah Tingkat I yang bersangkutan, sekurang-kurangnya sekali dalam setahun.

Pasal 5

1. Gubernur Kepala Daerah Tingkat I mengidentifikasi sumber-sumber pencemaran air.
2. Berdasarkan hasil indentifikasi sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), Gubernur Kepala Daerah Tingkat I yang bersangkutan menetapkan tindak lanjut pengendaliannya.

Pasal 6

Dalam kualitas dan kuantitas air sebagaimana dimaksud dalam Pasal 4 dipakai sebagai :

- a. dasar pertimbangan penetapan peruntukan air dan baku mutu air pada sumber air yang bersangkutan;
- b. Dasar perhitungan daya tampung beban pencemaran air pada sumber air yang telah ditetapkan peruntukannya;
- c. dasar penilaian tingkat pencemaran.

BAB III PENGGOLONGAN

Pasal 7

1. Penggolongan air menurut peruntukannya ditetapkan sebagai berikut :
 - Golongan A : Air yang dapat digunakan sebagai air minum secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu ;
 - Golongan B : Air yang dapat digunakan sebagai air baku air minum;
 - Golongan C : Air yang dapat digunakan untuk keperluan perikanan dan peternakan;
 - Golongan D : Air yang dapat digunakan untuk keperluan pertanian, dan dapat dimanfaatkan untuk usaha perkotaan, industri, pembangkit listrik tenaga air.
2. Dengan Peraturan Pemerintah dapat ditetapkan perluasan pemanfaatan air di luar penggolongan air sebagaimana yang telah ditetapkan dalam ayat (1).

Pasal 8

1. Ketentuan tentang baku mutu air untuk golongan air sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7 ditetapkan sebagaimana tercantum dalam lampiran Peraturan Pemerintah ini.

2. Dengan peraturan Pemerintah dapat ditetapkan menambahkan parameter dan baku mutu untuk parameter tersebut dalam baku mutu air sebagaimana dimaksud dalam ayat (1).
3. Penilaian kualitas yang menyangkut parameter yang belum tercantum dalam baku mutu air sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) dilakukan dengan merujuk kepada fungsi dan guna air serta atau kepada ilmu pengetahuan.

Pasal 9

Metode analisa untuk setiap parameter baku mutu air dan baku mutu limbah cair ditetapkan oleh Menteri.

Pasal 10

1. Gubernur Kepada Daerah Tingkat I menetapkan :
 - a. Peruntukan air sesuai dengan penggolongan air sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7 ayat (1), kecuali kemudian ditentukan lain oleh menteri.
 - b. Baku mutu air untuk peruntukan air menurut penggolongan sebagaimana dimaksud dalam huruf a.
2. Peruntukan air baku mutu air yang berada atau mengalir melalui atau merupakan batas dari dua atau lebih Propinsi Daerah Tingkat I ditetapkan oleh para Gubernur Kepala Daerah Tingkat I yang bersangkutan di bawah koordinasi Menteri.
3. Peruntukan air baku mutu air pada sumber air yang berada di bawah wewenang pengelolaan suatu badan pengelola sebagaimana dimaksud dalam Undang-undang Nomor 11 Tahun 1974 tentang Pengairan ditetapkan oleh menteri yang bertanggung jawab di bidang pengairan setelah berkonsultasi dengan Menteri.

Pasal 11

Apabila kualitas air lebih rendah dari kualitas air menurut golongan yang telah ditetapkan, Gubernur Kepala Daerah Tingkat I menetapkan program peningkatan kualitas air.

Pasal 12

Apabila kualitas air telah memenuhi kualitas menurut penggolongannya sesuai yang telah ditetapkan, Gubernur Kepala Daerah Tingkat I menetapkan program peningkatan penggolongan peruntukannya.

BAB IV UPAYA PENGENDALIAN

Pasal 13

1. Pengendalian pencemaran air di daerah dilakukan oleh Gubernur Kepala Daerah Tingkat I.
2. Pengendalian pencemaran air pada sumber air yang berada di atau mengalir melalui wilayah lebih dari satu Propinsi Daerah Tingkat I dilakukan oleh para Gubernur Tingkat I yang bersangkutan setelah berkonsultasi dengan menteri.

Pasal 14

Gubernur Kepala Daerah Tingkat I menentukan daya tampung beban pencemaran.

Pasal 15

1. Menteri setelah berkonsultasi dengan Menteri lain dan atau Pimpinan lembaga pemerintah non-departemen yang bersangkutan menetapkan baku mutu limbah cair.
2. Untuk melindungi kualitas air, Gubernur Kepala Daerah Tingkat I setelah berkonsultasi dengan Menteri dapat menetapkan baku mutu limbah cair lebih ketat dari baku mutu limbah cair sebagaimana dimaksud dalam ayat (1).

Pasal 16

Baku mutu air, daya tampung beban pencemaran dan baku mutu limbah cair ditinjau secara berkala sekurang-kurangnya sekali dalam lima tahun.

Pasal 17

1. Setiap orang atau badan yang membuang limbah cair wajib menaati baku mutu limbah cair sebagaimana ditentukan dalam izin pembuangan limbah cair yang ditetapkan baginya.
2. Setiap orang atau badan yang membuang limbah cair sebagaimana ditetapkan dalam izin pembuangannya, dilarang melakukan pengenceran.

Pasal 18

Pembuangan limbah dengan kandungan bahan radioaktif diatur oleh Pimpinan lembaga pemerintah yang bertanggung jawab dibidang tenaga atom setelah berkonsultasi dengan Menteri.

Pasal 19

Pembuangan limbah cair ke tanah dapat dilakukan dengan izin Menteri berdasarkan hasil penelitian.

Pasal 20

Penanggung jawab kegiatan wajib membuat saluran pembuangan limbah cair sedemikian rupa, sehingga memudahkan pengambilan contoh dan pengukuran debit limbah cair di luar areal kegiatan.

Pasal 21

1. Pembuangan limbah cair ke dalam air dikenakan pembayaran retribusi.
2. Tata cara dan jumlah retribusi ditetapkan dengan Peraturan Daerah Tingkat I.

Pasal 22

Dalam hal Pemerintah Daerah menyediakan tempat dan atau sarana pembuangan dan pengolahan limbah cair, Pemerintah Daerah dapat memungut retribusi.

Pasal 23

Upaya pengendalian pencemaran air yang disebabkan oleh masuknya limbah cair atau bahan lain tidak melalui sarana yang dibuat khusus untuk itu dan atau yang bukan berupa sumber yang tertentu titik masuknya ke dalam air pada sumber air diatur oleh Menteri atau Pimpinan lembaga pemerintah non departemen yang bersangkutan setelah berkonsultasi dengan Menteri.

Pasal 24

Gubernur Kepala Daerah Tingkat I menetapkan dan mengumumkan sumber air dan salurannya yang dinilai tercemar dan membahayakan keselamatan umum.

BAB V PERIZINAN

Pasal 25

Baku mutu limbah cair yang diizinkan dibuang ke dalam air oleh suatu kegiatan ditetapkan oleh Gubernur Kepala Daerah Tingkat I berdasarkan baku mutu limbah cair sebagaimana dimaksud dalam Pasal 15.

Pasal 26

1. Pembuangan limbah cair ke dalam air dilakukan dengan izin yang diberikan oleh Gubernur Kepala Daerah Tingkat I.
2. Izin sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) dicantumkan dalam izin Ordonansi Gangguan.
3. Izin pembuangan limbah cair yang dicantumkan dalam izin Ordonansi Gangguan sebagaimana dimaksud dalam ayat (2) harus menyebutkan :
 - a. jenis produksi, volume produksi dan kebutuhan air untuk produksi.
 - b. kualitas dan kuantitas limbah cair dan atau bahan lain yang diizinkan untuk dibuang ke dalam air serta frekuensi pembuangannya;
 - c. tata letak saluran pembuangan limbah;
 - d. sumber dari air yang digunakan dalam proses produksi atau untuk menyelenggarakan kegiatannya, serta jumlah dan kualitas air tersebut;
 - e. larangan untuk melakukan pengenceran limbah air;
 - f. sarana dan prosedur penanggulangan keadaan darurat.

Pasal 27

1. Pembuangan limbah rumah tangga diatur dengan Peraturan Daerah.
2. Pembangunan limbah cair ke laut diatur dengan peraturan sendiri.

Pasal 28

1. Untuk kegiatan yang wajib membuat analisis mengenai dampak lingkungan berdasarkan Peraturan Pemerintah nomor 29 Tahun 1986 tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan, maka persyaratan dan kewajiban yang tercantum dalam rencana pengelolaan lingkungan dan rencana pemantauan lingkungan bagi kegiatan tersebut wajib dicantumkan sebagai syarat dan kewajiban dalam izin Ordonansi Gangguan bagi kegiatan yang bersangkutan.
2. Apabila analisis mengenai dampak lingkungan bagi suatu kegiatan mesyaratkan baku mutu limbah cair yang lebih ketat dari baku mutu limbah cair sebagaimana dimaksud dalam Pasal 15 maka untuk kegiatan tersebut ditetapkan baku mutu limbah cair sebagaimana disyaratkan oleh Analisis Mengenai Dampak Lingkungan.

BAB VI PENGAWASAN DAN PEMANTAUAN

Pasal 29

1. Setiap orang yang mengetahui atau menduga terjadinya pencemaran air, berhak melaporkan kepada :
 - a. Gubernur Kepala tingkat I atau aparat Pemerintah Daerah terdekat, atau

- b. Kepala Kepolisian Resort atau Aparat Kepolisian terdekat.
2. Aparat Pemerintah Daerah terdekat yang menerima laporan tentang terjadinya pencemaran air wajib segera meneruskan kepada Gubernur Kepala Daerah Tingkat I yang bersangkutan.
3. Aparat kepolisian terdekat yang menerima laporan tentang terjadinya pencemaran air wajib segera melaporkan kepada Kepala Kepolisian Resort yang bersangkutan untuk keperluan penyidikan.
4. Gubernur Kepala Daerah Tingkat I segera melakukan penelitian tentang laporan terjadinya pencemaran air.
5. Apabila hasil penelitian sebagaimana dimaksud dalam ayat (4) membuktikan terjadinya pencemaran air, Gubernur Kepala Daerah Tingkat I segera melakukan atau memerintahkan dilakukannya tindakan penanggulangan dan atau pencegahan meluasnya pencemaran.

Pasal 30

1. Pengawasan kualitas air dilakukan oleh Gubernur Kepala Daerah Tingkat I.
2. Dalam melaksanakan tugas pengawasan sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) Gubernur Kepala Daerah Tingkat I dapat menunjuk sebuah instansi di daerah.
3. Tugas pengawasan sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) meliputi :
 - a. pemantauan dan evaluasi baku mutu limbah cair pada tempat yang ditentukan;
 - b. pemantauan dan evaluasi perubahan kualitas air;
 - c. pengumpulan dan evaluasi data yang berhubungan dengan pencemaran air.
 - d. evaluasi laporan tentang pembuangan limbah cair dan analisisnya yang dilakukan oleh penanggung-jawab kegiatan.
4. Pelaksanaan pengawasan dilakukan secara berkala dan sewaktu-waktu apabila dipandang perlu.
5. Apabila hasil pengawasan menunjukkan terjadinya pencemaran air, Gubernur Kepala Daerah tingkat I memerintahkan dilakukannya penanggulangan dan atau pencegahan meluasnya pencemaran.
6. Gubernur Kepala Daerah Tingkat I, melaporkan hasil pengawasan kualitas air kepada Menteri dan Menteri lain yang terkait.
7. Gubernur Kepala Daerah Tingkat I menetapkan tata laksana pengawasan di daerah.

Pasal 31

1. Dalam rangka melaksanakan tugasnya petugas dari instansi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 30 ayat (2) berwenang :
 - a. memasuki lingkungan sumber pencemaran.
 - b. memeriksa bekerjasama peralatan pengolahan limbah dan atau peralatan lain yang diperlukan untuk mencegah pencemaran lingkungan.
 - c. mengambil contoh limbah;
 - d. meminta keterangan yang diperlukan untuk mengetahui kualitas dan kuantitas limbah yang dibuang, termasuk proses pengolahannya.
2. Setiap penanggungjawab kegiatan wajib :

- a. mengizinkan petugas sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) untuk memasuki lingkungan kerjanya dan membantu teriaksananya tugas petugas tersebut.
- b. memberikan keterangan dengan benar, baik secara lisan maupun tertulis, apabila hal itu diminta.

Pasal 32

1. Setiap penanggungjawab kegiatan wajib menyampaikan kepada Gubernur Kepala Daerah Tingkat I :
 - a. laporan tentang pembuangan limbah cair dan hasil analisisnya sekurang-kurangnya sekali dalam 6 (enam) bulan.
 - b. pernyataan bahwa laporan yang telah disampaikan adalah benar mewakili kualitas limbah cair yang sebenar-benarnya.
2. Pedoman dan tata cara pelaporan ditetapkan oleh Gubernur Kepala Daerah tingkat I atau instansi yang ditunjuk untuk itu.

Pasal 33

1. Apabila pembuangan limbah cair melanggar ketentuan baku mutu limbah cair yang telah ditetapkan dalam Pasal 15, Gubernur Kepala Daerah Tingkat I mengeluarkan surat peringatan kepada penanggungjawab kegiatan untuk memenuhi persyaratan baku mutu limbah cair dalam waktu yang ditetapkan.
2. Apabila akhir waktu yang ditetapkan sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), pembuangan limbah cair belum mencapai persyaratan baku mutu limbah maka Gubernur Kepala Daerah Tingkat I mencabut izin pembuangan limbah cair.

Pasal 34

1. Menteri menunjuk laboratorium tingkat pusat dalam rangka pengendalian pencemaran air.
2. Gubernur Kepala Daerah Tingkat I menunjuk laboratorium di daerah untuk melakukan analisis kualitas air dan kualitas limbah cair dalam rangka pengawasan dan pemantauan pencemaran air.

BAB VII P E M B I A Y A A N

Pasal 35

1. Pembiayaan inventarisasi kualitas dan kuantitas air sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 dibebankan pada anggaran daerah yang bersangkutan.
2. Pembiayaan pengawasan pencemaran air dibebankan pada anggaran daerah masing-masing.

Pasal 36

1. Biaya pencegahan, penanggulangan dan pemulihan pencemaran air akibat suatu kegiatan dibebankan kepada penanggungjawab kegiatan yang bersangkutan.
2. Apabila penanggungjawab kegiatan lalai melaksanakan penanggulangan pencemaran air sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) atau melaksanakan tidak sebagaimana mestinya, maka Gubernur Kepala Daerah Tingkat I dapat melakukan atau memerintahkan untuk melakukan penanggulangan

- pencemaran air tersebut atas beban pembiayaan penanggungjawab kegiatan yang bersangkutan.
3. Apabila dipandang perlu Bupati/Walikota/Kepala Daerah Tingkat II atas nama Gubernur Kepala Daerah Tingkat I dapat mengambil tindakan sebagaimana dimaksud dalam ayat (2) atas beban pembiayaan penanggungjawab kegiatan yang bersangkutan.

BAB VIII SANKSI

Pasal 37

1. Barang siapa melanggar ketentuan dalam Pasal 17, Pasal 19, Pasal 20, Pasal 32 Peraturan Pemerintah ini dikenakan tindakan administratif oleh Bupati/Walikota/Kepala Daerah Tingkat II.
2. Tindakan administrasi sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) tidak menutup kemungkinan dikenakan tindakan hukum lainnya.

BAB IX KETENTUAN PERALIHAN

Pasal 38

Apabila untuk suatu jenis kegiatan belum ditentukan baku mutu limbah cairnya sebagaimana dimaksud dalam Pasal 15, maka baku mutu limbah cair yang boleh dibuang ke dalam air oleh kegiatan tersebut ditetapkan oleh Gubernur Kepala Daerah Tingkat I setelah berkonsultasi dengan Menteri.

Pasal 39

Apabila pada saat diundangkannya Peraturan Pemerintah ini telah ditetapkan baku mutu limbah cair yang dibuang ke dalam air oleh suatu kegiatan lebih ketat dibandingkan dengan perhitungan menurut baku mutu limbah cair sebagaimana dimaksud dalam pasal 15, maka untuk kegiatan tersebut tetap berlaku baku mutu limbah cair yang telah ditetapkan itu.

Pasal 40

Apabila pada saat diundangkannya Peraturan Pemerintah ini telah ditetapkan baku mutu limbah cair yang dibuang ke dalam air oleh suatu kegiatan lebih longgar dibandingkan dengan perhitungan menurut baku mutu limbah cair sebagaimana dimaksud dalam Pasal 15, maka baku mutu limbah cair kegiatan tersebut wajib disesuaikan dengan baku mutu limbah cair sebagaimana dimaksud dengan Pasal 15 dalam jangka waktu selambat-lambatnya satu tahun terhitung sejak diundangkannya Peraturan Pemerintah ini.

Pasal 41

Bagi kegiatan yang sudah beroperasi, maka dalam waktu satu tahun setelah dikeluarkannya Peraturan Pemerintah ini, harus sudah memperoleh izin pembuangan limbah cair dari Gubernur Kepala Daerah Tingkat I.

Pasal 42

1. Apabila pada saat diundangkannya Peraturan Pemerintah ini penggolongan air menurut peruntukannya sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7

Peraturan Pemerintah ini belum ditetapkan, maka golongan air pada badan air tersebut dinyatakan sebagai air golongan B sampai ada penetapan lebih lanjut oleh Gubernur Kepala Daerah Tingkat I sesuai dengan ketentuan Pasal 10 Peraturan Pemerintah ini.

2. Air pada badan air sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) Pasal ini ditetapkan sebagai golongan A, apabila :
 - a. memenuhi kualitas air golongan A sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7 Peraturan Pemerintah ini, atau
 - b. berada di kawasan hutan lindung, atau
 - c. berada di sekitar sumber mata air.

BAB X KETENTUAN PENUTUP

sal 43

Peraturan Pemerintah ini mulai berlaku pada tanggal diundangkan.

Agar supaya setiap orang dapat mengetahuinya, memerintahkan pengundangan Undang-undang ini dengan penempatannya dalam Lembaran Negara Republik Indonesia.

Ditetapkan di Jakarta
Pada tanggal 5 Juni 1990
PRESIDEN REPUBLIK
INDONESIA
Ttd

S O E H A R T O
JENDERAL

undangkan di Jakarta
da tanggal 5 Juni 1990
ENTERI/SEKRETARIS NEGARA REPUBLIK INDONESIA
d

O E R D I O N O

Peraturan Menteri Kesehatan
No. 416 Tahun 1990
Tentang : Syarat-syarat Dan Pengawasan Kualitas Air

MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA

Menimbang :

- a. Bahwa dalam rangka meningkatkan derajat kesehatan masyarakat, perlu dilaksanakan pengawasan kualitas air secara intensif dan terus menerus;
- b. Bahwa kualitas air yang digunakan masyarakat harus memenuhi syarat kesehatan agar terhindar dari gangguan kesehatan;
- c. Bahwa syarat-syarat kualitas air yang berhubungan dengan kesehatan yang telah ada perlu disesuaikan dengan perkembangan teknologi dan upaya kesehatan serta kebutuhan masyarakat dewasa ini;
- d. Bahwa sehubungan dengan huruf a,b dan c perlu ditetapkan kembali syarat-syarat dan pengawasan kualitas air dengan Peraturan Menteri Kesehatan.

Mengingat :

1. Undang-undang Nomor 9 Tahun 1960 tentang Pokok-pokok Kesehatan (Lembaran Negara Tambahan Tahun 1960 Nomor 132, Tambahan Lembaran Negara Nomor 2068)
2. Undang-undang Nomor 11 Tahun 1962 tentang Hygiene Untuk Usaha-usaha Bagi Umum (Lembaran Negara Tahun 1962 Nomor 49, Tambahan Lembaran Negara Nomor 2455);
3. Undang-undang Nomor 5 Tahun 1974 tentang Pokok-pokok Pemerintah di Daerah (Lembaran Negara Tahun 1974 Nomor 38, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3037);
4. Undang-undang Nomor 4 Tahun 1982 tentang Ketentuan-ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Tahun 1982 Nomor 12, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3215);
5. Peraturan Pemerintah Nomor 7 Tahun 1987 tentang Penyerahan Sebagian Urusan Pemerintahan Dalam Bidang Kesehatan Kepada Daerah (Lembaran Negara Tahun 1987 Nomor 9, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3347);
6. Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 558/Menkes/SK/1984 tentang Organisasi Dan Tata Kerja Departemen Kesehatan;
7. Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup Nomor 02/Men.KLH/I/1988 tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan.

Memutuskan :

Menetapkan :

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air.

BAB I Ketentuan Umum

Pasal 1

Dalam Peraturan Menteri ini yang dimaksud dengan:

- a. Air adalah air minum, air bersih, air kolam renang, dan air pemandian umum.
- b. Air minum adalah air yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.
- c. Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak.
- d. Air kolam renang adalah air di dalam kolam renang yang digunakan untuk olah raga renang dan kualitasnya memenuhi syarat-syarat kesehatan.
- e. Air Pemandian Umum adalah air yang digunakan pada tempat pemandian umum tidak termasuk pemandian untuk pengobatan tradisional dan kolam renang yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan.
- f. Kakandep adalah Kepala Kantor Departemen Kesehatan Kabupaten/Kotamadya.
- g. Kakanwil adalah Kepala Kantor Departemen Kesehatan Propinsi.
- h. Direktur Jenderal adalah Direktur Jenderal Pemberantasan Penyakit Menular dan Penyehatan Lingkungan Pemukiman Departemen Kesehatan.

BAB II Syarat-syarat

Pasal 2

- (1) Kualitas Air harus memenuhi syarat kesehatan yang meliputi persyaratan mikrobiologi, Fisika kimia, dan radioaktif.
- (2) Pengawasan kualitas air sebagaimana dimaksud ayat (1) tercantum dalam lampiran I,II,III, dan IV peraturan ini.

BAB III Pengawasan

pasal 3

- (1) Pengawasan kualitas air bertujuan untuk mencegah penurunan kualitas dan penggunaan air yang dapat mengganggu dan membahayakan kesehatan, serta meningkatkan kualitas air.
- (2) Pengawasan kualitas air sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) dilaksanakan oleh Kepala Dinas Kesehatan Daerah Tingkat II

Pasal 4

- (1) Kegiatan pengawasan kualitas air mencakup :
 - a. Pengamatan lapangan dan pengambilan contoh air termasuk pada proses produksi dan distribusi.
 - b. Pemeriksaan contoh air.
 - c. Analisis hasil pemeriksaan.
 - d. Rumusan saran dan cara pemecahan masalah yang timbul dalam hasil kegiatan a,b, dan c
 - e. Kegiatan tindak lanjut berupa pemantauan upaya penanggulangan/perbaikan termasuk kegiatan penyuluhan.
- (2) Hasil pengawasankualitas air dilaporkan secara berkala oleh Kepala Dinas Kesehatan Daerah Tingkat II secara berjenjang dengan tembusan kepada Direktur Jenderal.
- (3) Tata cara penyelenggaraan pengawasan dan syarat-syarat sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) dan ayat (2) serta kualitas tenaga pengawas ditetapkan oleh Direktur Jenderal.

Pasal 5

Pemeriksaan contoh air dilaksanakan oleh laboratorium yang ditetapkan oleh Menteri Kesehatan

Pasal 6

- (1) Penyimpanan dari syarat-syarat kualitas air seperti yang tercantum dalam Peraturan Menteri ini tidak dibenarkan, kecuali dalam keadaan khusus di bawah pengawasan Kepala Dinas Kesehatan Daerah Tingkat II setelah berkonsultasi dengan Kakanwil;
- (2) Kakanwil dalam Memberikan pertimbangan setelah mendapat petunjuk Direktur Jenderal.

Pasal 7

- (1) Pembinaan teknis terhadap pengawasan kualitas air di tingkat Pusat dilakukan oleh Direktur Jenderal;
- (2) Pembinaan teknis terhadap pengawasan kualitas air di tingkat propinsi dilakukan oleh Kakanwil;
- (3) Pembinaan teknis terhadap pengawasan kualitas air di Daerah Tingkat II dilakukan oleh Kakandep;

Pasal 8

Pembiayaan pemeriksaan contoh air yang dimaksudkan dalam Peraturan Menteri ini di bebaskan kepada Pemerintah dan masyarakat termasuk swasta berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Pasal 9

Air yang digunakan untuk kepentingan umum wajib diuji kualitas airnya.

BAB IV Penindakan

Pasal 10

Barang siapa yang melakukan perbuatan yang bertentangan dengan ketentuan-ketentuan dalam Peraturan Menteri ini yang dapat mengakibatkan bahaya bagi kesehatan dan merugikan bagi kepentingan umum maka dapat dikenakan tindakan administratif dan atau tindakan pidana atau tindakan lainnya berdasarkan perundang-undangan yang berlaku.

BAB V Ketentuan Penutup

Pasal 11

Dengan ditetapkannya Peraturan Menteri ini, maka :

- a. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 01/Birhukmas/I/1975 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum;
- b. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 172/MenKes/Per/VIII/1978 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air Kolam Renang;
- c. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 257/MenKes/Per/VI/1982 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air Pemandian Umum; Dinyatakan tidak berlaku lagi.

Pasal 12

Ketentuan-ketentuan lain yang berhubungan dengan syarat-syarat dalam pengawasan kualitas air yang masih berlaku harus disesuaikan dengan peraturan ini.

Pasal 13

Hal-hal yang bersifat teknis yang belum diatur dalam Peraturan Menteri ini, ditetapkan oleh Direktur Jenderal. Agar setiap orang yang mengetahuinya, memerintahkan perundang Peraturan Menteri ini dengan penempatan dalam Berita Negara Republik Indonesia.

Ditetapkan di Jakarta
Pada tanggal 3 September 1990
Menteri Kesehatan Republik Indonesia

ttt

Dr. Adhyatma, MPH

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	NAMA	NO MHS	PROG
	Dian Ardiana Nasution	02515111	Teknik Lingkungan

JUDUL TUGAS AKHIR : Penentuan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Pada Air Tanah Dengan Menggunakan Membran Keramik

PERIODE : II
TAHUN : Genap 2005/2006

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

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

Yogyakarta, 11-Sep-06
 Koordinator TA

(Eko Siswoyo, ST)



Catatan

Seminar
 Sidang
 Pendadaran