



LAPORAN PENELITIAN
DIK RUTIN UNIVERSITAS AIRLANGGA
TAHUN ANGGARAN 2003

PEMANFATAN ZEOLIT SEBAGAI FILTER CEPAT UNTUK MENDAPATKAN AIR MINUM BERSIH DAN SEHAT

Peneliti:

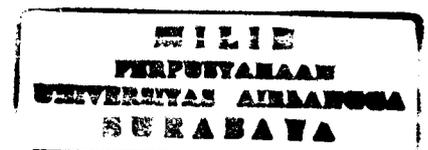
Drs. A. Budi Prasetyo, MT
Drs. Tokok Adiarto, M.Si
Drs. Handoko Darmokoesoemo, M.Sc

LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Dibiayai Oleh Dana DIK Rutin Universitas Airlangga Tahun 2003
SK Rektor Universitas Airlangga Nomor 4623/J03/PG/2003
Tanggal 13 Juni 2003
Nomor Urut 23

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS AIRLANGGA

Nopember, 2003





**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS AIRLANGGA
LEMBAGA PENELITIAN DAN
PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT**

Kampus C Unair, Jl. Mulyorejo Surabaya 60115 Telp. (031) 5995246, 5995248, 5995247 fax. (031) 5962066 E-mail : infolemlit@unair.ac.id-http://lppm.unair.ac.id

**IDENTITAS DAN PENGESAHAN
LAPORAN AKHIR HASIL PENELITIAN**

1. Judul Penelitian	: Pemanfaatan Zeolit sebagai Filter Cepat untuk mendapatkan Air Bersih dan Sehat	
a. Macam Penelitian	: <input type="checkbox"/> Fundamental	<input checked="" type="checkbox"/> Terapan
b. Katagori Penelitian	: <input type="checkbox"/> I	<input type="checkbox"/> II
		<input type="checkbox"/> III
2. Kepala Proyek Penelitian		
a. Nama lengkap dan Gelar	: Drs. A. Budi Prasetyo, MT	
b. Jenis Kelamin	: Pria	
c. Pangkat/Golongan/NIP	: Penata / IIIc / 131 570 353	
d. Jabatan Sekarang	: Lektor	
e. Fakultas/Puslit/Jurusan	: MIPA Universitas Airlangga/Jurusan Kimia	
f. Univ./Ins/Akademi	: Universitas Airlangga	
g. Bidang ilmu yang diteliti	: Kimia Fisik	
3. Jumlah Tim Peneliti	: 3 orang	
4. Lokasi Penelitian	: Laboratorium Kimia Fisik FMIPA UNAIR	
5. Kerjasama dengan Instansi Lain	-	
a. Nama Instansi	:	
b. Alamat	:	
6. Jangka waktu penelitian	: 6 bulan	
7. Biaya yang diperlukan	: Rp. 3.750.000,- (Tiga juta tujuh ratus lima puluh ribu rupiah)	
8. Seminar Hasil Penelitian		
a. Dilaksanakan Tanggal	:	
b. Hasil Penelitian	: () Baik Sekali	(<input checked="" type="checkbox"/>) Baik
	: () Sedang	() Kurang

Surabaya, Desember 2006



Mengetahui/Mengesahkan
a.n. Rektor
Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat
Universitas Airlangga,

Prof. Dr. H. Sarmanu, M.S.
NIP 130 701 125

RINGKASAN

PEMANFAATAN ZEOLIT SEBAGAI FILTER CEPAT UNTUK MENDAPATKAN AIR MINUM BERSIH DAN SEHAT

(A. Budi Prasetyo, Tokok Adiarto, Handoko Darmokoesoemo)

Zeolit alam biasanya dalam keadaan bercampur dengan mineral-mineral lainnya seperti sodalit, feldspar, leusit. Zeolit sebagai mineral alumina-silikat dengan struktur yang berongga, pada kondisi normal rongga besar dan saluran dari kristal zeolit telah terisi oleh molekul air yang terbentuk akibat hidratisasi udara. Apabila air terurai pada proses pemanasan, saluran-saluran tersebut akan siap mengadsorpsi pada permukaan dalam dari ruang yang telah terhidratisasi. Molekul-molekul yang diadsorpsi akan keluar melalui pintu saluran dan dikenal sebagai proses penyaringan molekuler.

Permasalahan seringkali timbul pada pemakaian zeolit alam untuk berbagai keperluan, karena daya serap, daya tukar ion dan kemampuan daya katalis dari zeolit alam belum maksimal. Untuk memperoleh zeolit dengan kemampuan yang tinggi diperlukan perlakuan antara lain dengan aktivasi dan modifikasi.

Dalam penelitian ini dilakukan aktivasi fisik untuk memperoleh zeolit kalsinasi (Z-K) dan aktivasi kimia untuk memperoleh zeolit aktif (Z-H) serta melakukan modifikasi dengan pelapisan logam mangan pada zeolit alam untuk memperoleh zeolit mangan (Z-Mn).

Tujuan penelitian ini adalah aktivitas dan modifikasi zeolit maksimum pada pemanfaatannya untuk memperoleh air yang bersih dan sehat sehingga dapat digunakan sebagai cara alternatif untuk mendapatkan air bersih dan sehat.

Dari variasi penambahan berat masing-masing zeolit maka diperoleh kemampuan zeolit untuk menurunkan kandungan logam besi, total padatan terlarut, kesadahan total dapat diurutkan sebagai berikut : Z-Mn > Z-H > Z-K. Sedangkan untuk pH relative stabil, tetapi untuk menurunkan tingkat kekeruhan dapat diurutkan sebagai berikut : Z-H > Z-K dan zeolit mangan (Z-Mn) tidak dapat menurunkan tingkat kekeruhan.

Dibiayai oleh DIK RUTIN Tahun Anggaran 2003

NOMOR SK. REKTOR : 4623/J03/PG/2003

SUMMARY

EXPLOITATION OF ZEOLIT AS QUICK FILTER TO OBTAIN FRESH AND HEALTH WATER

(A. Budi Prasetyo, Tokok Adiarto, Handoko Darmokoesoemo)

Nature zeolit usually mixed with another minerals like sodalit, feldspar, leusit. Zeolit as mineral alumina – silikat with pore structure, in normally condition, huge pore and tube from zeolit crystal was filled with water break at heating procces, hat tube already to adsorb at surface in space that was hydrated. Molecules that adsorbed will leaving throught tube and was known as molecular quick filter.

Problems that often happen in zeolit application are adsorption capability, ionic change capability and catalyst capability from nature zeolit not maximal yet. To obtain zeolit with high capability needed activation and modification.

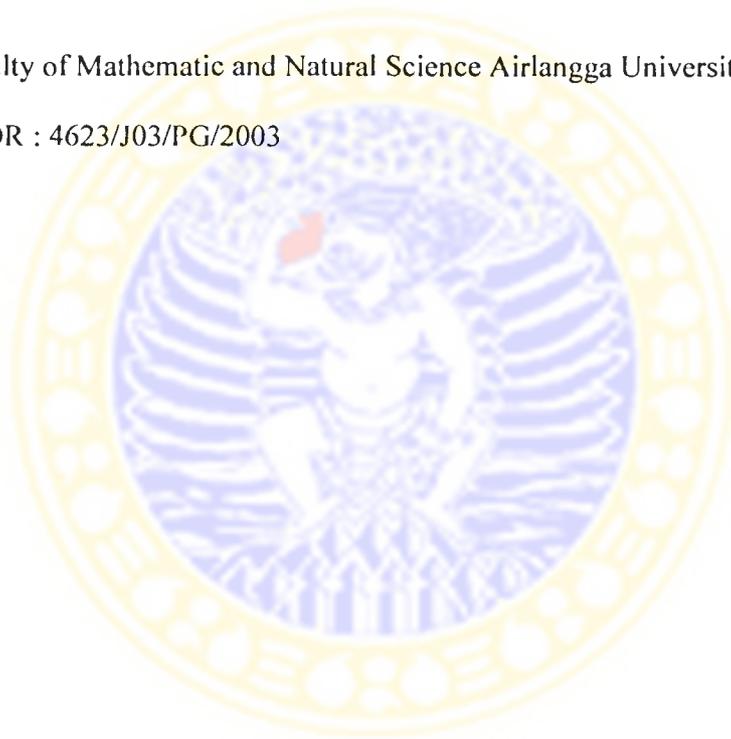
In this research have been done physicch activation to obtain calcinations zeolit (Z-K) and chemical activation to obtain active zeolit (Z-H) and modify with cover zeolit with mangan to obtain mangan zeolit (Z-Mn).

Prupose of this research is activate and modify maximum zeolit in exploitation to obtain fresh and health water so can be used as alternative ways to obtain fresh and health water.

From weight adding variation was obtained zeolit ability to decrease iron level, total of solid dissolved, total of hard water can be ranked $Z\text{-Mn} > Z\text{-H} > Z\text{-K}$. Even pH stable relatively. But to decrease turbidity level can be ranked $Z\text{-H} > Z\text{-K}$ and mangan zeolit (Z-Mn) can't decrease turbidity level.

Rest In Faculty of Mathematic and Natural Science Airlangga University

SK. REKTOR : 4623/J03/PG/2003



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan atas limpahan kasih karuniaNya sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.

Penelitian ini berkaitan dengan pemanfaatan zeolit untuk memperoleh air yang bersih dan sehat.

Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Rektor Universitas Airlangga.
2. Lembaga Penelitian Universitas Airlangga, yang telah mengusahakan dana serta banyak membantu hingga penelitian ini terselesaikan.
3. Berbagai pihak yang telah memberikan sumbangan pikiran dan bantuan sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.

Harapan penulis, semoga penelitian ini memberikan sumbangan terhadap perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya ilmu kimia lingkungan. Penulis menyadari masih banyak kajian-kajian lain yang harus digali dan dipecahkan dari penelitian ini.

Surabaya, 25 Desember 2006

Penulis

DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Air	5
2.2. Zeolit	7
2.2.1. Sifat-Sifat Zeolit	8
2.2.2. Jenis Zeolit di Alam	10
2.2.3. Zeolit Sintetis	11
2.3. Adsorpsi	11
2.4. Tinjauan Analisa	14
2.4.1. Analisa Kekkeruhan	14
2.4.2. Analisa Kesadahan	15
2.4.3. Analisa Padatan	16

	2.4.4. Analisa pH	17
	2.4.5. Analisa Logam Besi	17
	2.5. Tinjauan Tentang Spektrofotometer UV-VIS	18
BAB III	METODA PENELITIAN	21
	3.1. Bahan dan Alat	22
	3.1.1. Bahan-bahan yang Digunakan	22
	3.1.2. Alat-Alat yang Digunakan	22
	3.2. Prosedur Operasional	23
	3.2.1. Pengujian Sampel	23
	3.2.2. Perlakuan Sampel	23
	3.2.3. Uji Kekeruhan	23
	3.2.4. Uji Kesadahan Total	23
	3.2.5. Uji Padatan Terlarut	24
	3.2.6. Uji Logam Besi	24
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	26
	4.1. Pengaktifan Zeolit	26
	4.2. Pembuatan Kurve Baku	27
	4.3. Kekeruhan	29
	4.4. Total Padatan Terlarut	31
	4.5. pH	32
	4.6. Kesadahan Total	32
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	35
	5.1. Kesimpulan	35

5.2. Saran 35

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sudah menjadi kecenderungan bahwa kesadaran akan pentingnya pengurangan resiko pencemaran yang dihasilkan oleh suatu kegiatan timbul setelah terjadi peristiwa-peristiwa yang merusak lingkungan ataupun kesehatan manusia sekitarnya. Dengan kata lain, disadari perlunya upaya penanganan pencemaran sehingga memenuhi baku mutu yang disyaratkan oleh peraturan yang berlaku. Teknologi penanganan pencemaran, baik yang berupa padat, cair maupun gas, ditangani dengan baik menggunakan dasar-dasar ilmu pengetahuan kimia, fisika, dan biologi yang berkembang dengan cepat.

Ciri-ciri air yang mengalami polusi sangat bervariasi tergantung dari jenis air dan polutannya atau komponen yang mengakibatkan polusi. Sebagai contoh air minum yang terpolusi mungkin rasanya akan berubah meskipun perubahan baunya sukar dideteksi, bau yang menyengat mungkin timbul pada pantai laut, sungai atau danau yang terpolusi, kehidupan hewan air akan berkurang pada air sungai yang terpolusi berat, atau minyak yang terlihat mengapung pada permukaan air. Untuk mengetahui air itu terpolusi atau tidak, diperlukan pengujian untuk menentukan sifat-sifat air sehingga dapat diketahui apakah terjadi penyimpangan dari batasan-batasan polusi air

Penggunaan air tanah untuk air minum bersih dan sehat masih menghadapi kendala terutama di dataran rendah. Hal itu disebabkan oleh parameter-

parameter seperti padatan terlarut, kekeruhan, kesadahan total, COD, maupun jenis-jenis logam yang cukup tinggi. Masalah tersebut diperburuk dengan adanya pencemaran yang dihasilkan oleh kegiatan industri, seperti industri pelapisan logam yang mengandung ion Fe(II) relatif tinggi. Kelebihan ion Fe(II) akan berdampak pada kesehatan tubuh yaitu berupa penyakit genetik seperti *hemochromatosis sekunder* yang disebabkan oleh unsur besi yang terabsorpsi dalam jaringan organ vital seperti ginjal, hati, maupun jantung.

Zeolit sebagai mineral telah banyak dimanfaatkan untuk bahan utama penanggulangan limbah dan berbagai kegunaan lain secara luas. Salah satu penggunaan zeolit yang umum adalah untuk menurunkan ion-ion penyebab kesadahan. Ternyata zeolit sangat efektif menyerap zat-zat berbahaya pada aneka jenis limbah, baik limbah industri, limbah rumah tangga maupun limbah perkotaan, sehingga tidak tertutup kemungkinan pemanfaatan dan aplikasi zeolit dalam ruang yang lebih luas.

Komposisi bahan dasar kimia, bahan aditif serta perlakuan fisik dalam pemanfaatan zeolit untuk pengolahan air bersih merupakan faktor penentu sifat dan daya kerja pemanfaatan zeolit yang dihasilkan. Zeolit sebagai mineral multiguna telah banyak dimanfaatkan untuk bahan utama pengolahan limbah dan berbagai kegunaan lain secara luas.

Sumber daya zeolit yang melimpah di negara yang memiliki daerah geografis vulkanik seperti Indonesia belum dimanfaatkan secara maksimal sehingga kajian pemanfaatan zeolit akan sangat bermanfaat untuk meningkatkan nilai tambah bahan tambang itu. Zeolit mempunyai kemampuan untuk mengikat berbagai jenis

molekul dan ion yang terdapat dalam fasa larutan maupun gas. Sifat tersebut dimungkinkan karena zeolit memiliki bentuk kristal yang sangat teratur susunannya dengan rongga-rongga yang selalu berhubungan ke segala arah, sehingga permukaan zeolit menjadi sangat luas.

Untuk mendapatkan hasil yang memuaskan terhadap perlakuan air tanah olahan, maka diperlukan kinerja yang tinggi dan spesifik terhadap pengurangan kadar logam besi, kekeruhan, kesadahan total dan pH, serta padatan terlarut. Untuk itu diperlukan zeolit dengan komposisi yang tepat. Dalam penelitian ini dilakukan dengan berbagai jenis zeolit untuk mendapatkan jenis zeolit yang lebih efektif sebagai penjernih air.

1.1. Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini dikemukakan beberapa masalah :

1. Bagaimana pengaruh jenis zeolit terhadap tingkat kekeruhan, kesadahan, padatan terlarut, pH, dan logam besi.
2. Sejauh manakah kemampuan zeolit sebagai bahan adsorben terhadap tingkat kekeruhan, kesadahan, padatan terlarut, pH, dan logam besi.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Menentukan jenis zeolit yang efektif sebagai adsorben untuk penjernihan air.
2. Mengetahui sejauh mana zeolit tersebut dapat menghasilkan adsorpsi terhadap tingkat kekeruhan, kesadahan, padatan terlarut, pH, dan logam besi.

1.3 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai pilihan dalam pemenuhan kebutuhan air bersih yang dikonsumsi oleh masyarakat.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air

Polusi air adalah penyimpangan sifat-sifat air dari keadaan normal, bukan dari kemurniannya. Air yang tersebar di alam tidak pernah terdapat dalam bentuk murni, tetapi bukan berarti semua air sudah terpolusi. Air permukaan dan air sumur biasanya mengandung bahan-bahan logam seperti Na, Mg, Ca dan Fe. Air yang mengandung komponen-komponen tersebut dalam jumlah tinggi disebut air sadah. . Air minumpun bukan merupakan air murni, meskipun bahan-bahan tersuspensi dan bakteri mungkin masih mengandung komponen-komponen terlarut. Bahkan air murni sebenarnya tak enak untuk diminum karena beberapa bahan yang terlarut mungkin memberikan rasa yang spesifik terhadap air minum.

Jadi jelaslah bahwa air yang tidak terpolusi tidak selalu merupakan air murni, tetapi adalah air yang tidak mengandung bahan-bahan asing tertentu dalam jumlah melebihi batas yang telah ditetapkan sehingga air tersebut dapat digunakan secara normal untuk keperluan tertentu, misalnya untuk air minum, berenang/rekreasi, mandi, kehidupan hewan air, pengairan dan keperluan industri. Karena kebutuhan makhluk hidup akan air sangat bervariasi, maka batasan polusi untuk berbagai jenis air juga berbeda. Ciri-ciri air yang mengalami polusi sangat bervariasi tergantung dari jenis polutannya atau komponen yang mengakibatkan polusi.

Polutan air dapat dikelompokkan berdasarkan sifat-sifatnya sebagai berikut :

1. Padatan
2. Bahan buangan yang membutuhkan oksigen
3. Mikroorganisme
4. Komponen organik sintetik
5. Nutrien tanaman
6. Minyak
7. Senyawa anorganik dan mineral
8. Bahan radioaktif
9. Panas.

Pengelompokkan tersebut bukan merupakan sesuatu yang baku, karena suatu jenis polutan mungkin dapat dimasukkan ke dalam lebih dari satu kelompok. Misalnya logam berat sering dikelompokkan ke dalam kelompok senyawa anorganik tetapi juga merupakan padatan terlarut.

Untuk mengetahui apakah suatu air terpolusi atau tidak, diperlukan pengujian untuk menentukan sifat-sifat air sehingga dapat diketahui apakah terjadi penyimpangan dari batasan-batasan polusi air. Sifat-sifat yang umum diuji dan dapat digunakan untuk menentukan tingkat polusi air misalnya :

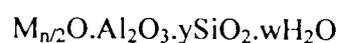
1. Nilai pH, keasaman dan alkalinitas
2. Suhu
3. Warna, bau dan rasa

4. Jumlah padatan
5. Nilai BOD/COD
6. Pencemaran mikroorganisme patogen
7. Kandungan minyak
8. Kandungan logam berat
9. Kandungan bahan radioaktif

2.2 Zeolit

Zeolit merupakan jenis kristal yang mempunyai struktur molekul berongga yang pertama kali ditemukan di alam. Kata zeolit berasal dari bahasa Yunani, yaitu *zeo* yang berarti mendidih dan *lithos* yang berarti batuan (Kirk-Othmer, 1991). Sebab itu mineral ini mempunyai sifat mendidih dan mengembang bila dipanaskan, sedangkan kandungan air kristalnya dapat dilepaskan secara reversible. Artinya bila zeolit dipanaskan maka molekul airnya akan terlepas, tetapi dalam waktu yang sama zeolit akan menyerap uap air dari lingkungan sekelilingnya (Prayitno, 1989).

Secara empiris zeolit dapat dirumuskan sebagai berikut :



Dengan M adalah unsur logam IA atau IIA dalam table periodik panjang, n adalah valensi kation, y adalah 2 atau lebih, dan w adalah jumlah molekul air yang

menempati saluran atau menghubungkan ruang kosong dalam dimensi molekul yang terdapat antara partikel-partikel (void) dalam zeolit.

Terjadinya zeolit berawal dari debu-debu vulkanik yang berterbangan dan mengendap di dasar danau dan di dasar lautan. Debu-debu vulkanik tersebut akan mengalami alterasi oleh air laut atau air danau sehingga terbentuk sedimen-sedimen yang mengandung zeolit. Zeolit kadang-kadang ditemukan pada tanah kering alkalis yang kaya akan garam. Tebal lapisan tanah yang kaya akan zeolit dapat mencapai beratus-ratus meter, ditambah lagi debu vulkanik yang tertiuip ketuka letusan gunung dan bergabung diubah menjadi zeolit. Dilihat dari asal mulanya, zeolit merupakan jenis mineral sekunder, yaitu mineral yang terbentuk melalui perubahan batuan yang telah ada. Hanya zeolit jenis analcime dan natrolite yang termasuk jenis mineral primer, yaitu mineral yang terbentuk dari kristalisasi magma secara langsung (Dyer, 1994).

2.2.1 Sifat-sifat zeolit

Zeolit memiliki sifat-sifat yang sangat unik, diantaranya :

1. Berpori, karena kristal zeolit merupakan kerangka yang terbentuk dari jaringan tetrahedral SiO_4 dan AlO_4 .
2. Pori-porinya berukuran molekul, karena pori zeolit terbentuk dari tumpukan cincin beranggotakan 6, 8, 10 atau 12 tetrahedral.
3. Dapat mempertukarkan kation, karena perbedaan muatan Al^{3+} dan Si^{4+} menjadi atom Al dalam kerangka kristal bermuatan negatif dan membutuhkan kation

penetral. Kation penetral yang bukan menjadi bagian kerangka ini mudah diganti dengan kation lainnya.

4. Dapat dibentuk menjadi padatan yang bersifat asam, karena penggantian kation penetral dengan proton menjadikan zeolit padatan asam Bronsted.
5. Mudah dimodifikasi, karena setiap tetrahedral dapat dikontakkan dengan bahan-bahan pemodifikasi. Modifikasi yang dapat dikenakan pada zeolit diantaranya adalah :
 - a. Pertukaran kation.
 - b. Penggantian inti tetrahedral dengan atom logam lainnya seperti Fe, Ti.
 - c. Pengendalian keasaman, baik jumlah maupun kekuatan pusat asamnya dengan cara mengatur perbandingan Si/Al dalam kerangka kristal (Subagio, 1993).

Sifat penukar ion pada zeolit disebabkan oleh zeolit mengikat alkali maupun alkali tanah dengan ikatan yang lemah, oleh karena itu ikatan-ikatan ini dapat dipertukarkan dengan logam-logam lain. Rasio Si/Al berpengaruh besar terhadap kapasitas pertukaran ion dalam kerangka zeolit tersebut. Jika rasio Si/Al yang meningkat maka kapasitas penukar ion akan lebih tinggi. Pertukaran ion pada zeolit ditentukan oleh ukuran pori dan keadaan lingkungan zeolit. (Wibowo, 2001).

Zeolit dapat dimanfaatkan sebagai adsorben karena mempunyai struktur yang berpori. Pada awalnya pori-pori ini terisi oleh molekul-molekul air. Keberadaan molekul-molekul air ini mengurangi kemampuan adsorpsi zeolit karena pori-pori tersebut dapat terbuka pada pemanasan $300^{\circ} - 400^{\circ}\text{C}$. Pada suhu tersebut air menguap sehingga zeolit mampu menyerap cairan atau gas lebih efektif. Zeolit

mempunyai kapasitas yang tinggi sebagai adsorben, hal ini disebabkan karena zeolit dapat memisahkan molekul-molekul berdasarkan pada ukuran molekulnya di mana molekul yang mempunyai ukuran lebih kecil daripada ukuran porinya akan teradsorpsi. (Reberio, 1984).

Sedangkan kemampuan zeolit sebagai katalis ditentukan oleh selektifitas dari bidang zeolit. Zeolit merupakan katalisator yang baik karena mempunyai rongga-rongga yang besar dengan luas permukaan maksimum. Adanya rongga-rongga tersebut menyebabkan terjadinya difusi molekul ke dalam ruang bebas antar kristal.

2.2.2 Jenis zeolit di alam

Menurut asal kejadiannya hanya terdapat tiga macam zeolit alam, yaitu :

1. Zeolit yang berasal dari batuan vulkanik yaitu batuan yang terbentuk dari pendinginan lava. Zeolit ini umumnya mempunyai sifat kimia dan fisika yang sangat kompleks dan porous. Batuan vulkanik ini banyak mengandung zeolit jenis phillipsite, faujasite, modernite, chabasite, dan gmelinite.
2. Zeolit yang berasal dari batuan sedimen yaitu batuan yang terbentuk dari bahan-bahan lepas yang dimampatkan oleh tekanan sedimen.. Zeolit ini ukuran butirnya sangat kecil. Pengamatan yang dilakukan dengan menggunakan mikroskop optik tidaklah mudah sehingga pengukuran yang teliti dilakukan dengan menggunakan difraksi sinar X atau dengan mikroskop elektron.
3. Zeolit yang berasal dari batuan metamorphosa yaitu batuan yang terbentuk dari batuan sedimen yang kena tekanan dan suhu tinggi.

2.2.3 Zeolit Sintetis

Zeolit ini ditemukan dengan bahan utama silika-alumina. Karena susunan atom maupun komposisinya dapat dimodifikasi maka dapat dibuat zeolit sintetis yang memiliki sifat-sifat tertentu, yang termasuk zeolit sintetis adalah sodalit, zeolit A, zeolit Y, zeolit X, ZSM-5 dan ZSM-11. Zeolit yang paling umum dibuat adalah zeolit A dan zeolit X (Indawati, 1999).

2.3 Adsorpsi

Adsorpsi adalah suatu fenomena yang menunjukkan molekul-molekul gas atau cairan menempel pada permukaan zat lain (biasanya padatan) dan membentuk lapisan tipis yang menutupi permukaan tersebut (Hampel-Hawley, 1982).

Apabila pada permukaan antara dua fasa yang bersih ditambahkan komponen ketiga, maka komponen ketiga ini akan teradsorpsi pada permukaan dan komponen ini akan sangat mempengaruhi sifat permukaan. Misal pada penambahan sabun untuk menstabilkan emulsi air-minyak. Kestabilan akan meningkat karena molekul sabun akan teradsorpsi pada permukaan antara kedua cairan dan menurunkan tegangan permukaan. Komponen ketiga yang ditambahkan adalah molekul yang teradsorpsi pada permukaan dan karenanya dinamakan sebagai komponen aktif permukaan.

Secara garis besar, komponen ketiga yang ditambahkan dapat dibagi menjadi dua kelompok :

1. Larut dalam air, misalnya alkohol rantai pendek dan asam lemak rantai pendek. Komponen ini apabila ditambahkan dengan jalan adsorpsi dari larutan akan membentuk lapisan dengan ketebalan satu molekul. Konsentrasi komponen ketiga ini dapat dicari dengan persamaan Gibbs.
2. Tidak larut dalam air, dengan menggunakan pelarut organik yang sesuai seperti petroleum eter, senyawa seperti asam lemak rantai panjang dapat disebarkan pada permukaan air sedangkan pelarut organik dengan cepat akan menguap.

Kecenderungan molekul aktif permukaan untuk berkumpul pada permukaan dan menyebabkan terjadinya penurunan tegangan permukaan disebabkan zat aktif permukaan menghasilkan expanding pressure atau tekanan permukaan yang melawan kecenderungan suatu permukaan untuk menyusut (Tony, 1987).

Adsorpsi terjadi pada permukaan karena terdapat gaya-gaya yang tidak seimbang pada batas antar permukaan sehingga menyebabkan perubahan jumlah molekul. Gaya yang menyebabkan adsorpsi merupakan gabungan berbagai faktor yaitu afinitas adsorbat terhadap pelarut dan afinitas adsorbat terhadap adsorben. Kemampuan adsorpsi tergantung pada luas permukaan adsorben, karena adsorpsi merupakan suatu gejala yang terjadi pada permukaan. Besarnya luas permukaan adsorben berbanding lurus dengan banyaknya zat yang diadsorpsi.

Secara garis besar adsorpsi dibedakan menjadi dua kategori :

1. Adsorpsi fisik.

Adsorpsi ini melibatkan gaya antar molekul yang lebih lemah yaitu gaya van der Waals dan terjadi secara reversible. Molekul-molekul yang teradsorpsi berikatan secara lemah pada permukaan adsorben dengan panas adsorpsi rendah.

Entalpi pada adsorpsi fisik tidak cukup untuk memutuskan suatu ikatan. Energi adsorpsinya kurang dari 20,92 kJ/mol (Adamson, 1990).

2. Adsorpsi kimia

Adsorpsi kimia terjadi bila terdapat interaksi kimia antara molekul zat yang teradsorpsi dengan molekul adsorben. Adsorpsi kimia adalah adsorpsi irreversible ditandai dengan potensial interaksi yang besar dengan menghasilkan panas adsorpsi yang tinggi, atau mendekati harga ikatan kimianya. Adsorpsi kimia melibatkan ikatan kovalen, karena terjadi pemutusan dan pembentukan ikatan maka harga panas adsorpsi mempunyai kisaran nilai yang sama dengan energi untuk reaksi kimia. Energi adsorpsinya lebih besar dari 20,92 kJ/mol (Adamson, 1990).

Ukuran partikel adsorben berpengaruh terhadap proses adsorpsi. Semakin kecil ukuran partikel maka luas permukaan aktifnya makin luas sehingga kapasitas adsorpsi tinggi. Sedangkan pengaruh temperatur terhadap proses adsorpsi didekati dengan persamaan Gibbs .

$$a = [-C/RT]du/dC$$

Di mana : a = banyak zat teradsorpsi pada antar muka

C = konsentrasi adsorbat

R = tetapan gas umum

T = temperatur

Pada proses adsorpsi juga dibutuhkan waktu untuk mencapai kesetimbangan, di mana semakin luas permukaan maka waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kesetimbangan adsorpsi semakin cepat. Pada kondisi normal, rongga besar dan saluran dari kristal zeolit telah terisi oleh molekul air yang terbentuk akibat proses hidrasi udara di sekeliling kation penukar. Fungsi dehidrasi adalah untuk mempertinggi aktifitas zeolit dalam penggunaannya sebagai bahan penyerap. Zeolit memiliki kapasitas yang tinggi sebagai adsorben. Hal ini disebabkan karena zeolit dapat memisahkan molekul-molekul berdasarkan pada ukuran dan konfigurasinya (Prayitno, 1989). Selain itu, zeolit dapat bersifat sebagai adsorben dikarenakan mempunyai kemampuan untuk mengikat sejumlah molekul dan ion yang terdapat dalam larutan maupun gas. Sifat tersebut dimungkinkan oleh bentuk kristal zeolit yang mempunyai struktur berpori dengan saluran-saluran dalam rangka kristal. (Hidayat, 1988)

2.4 Tinjauan tentang analisa

2.4.1 Analisa kekeruhan

Pengukuran kekeruhan dalam air berdasarkan intensitas cahaya yang dipendarkan oleh suspensi dalam air. Kekeruhan di dalam air disebabkan oleh adanya tersuspensi, seperti lempung, lumpur, zat organik, plankton dan zat-zat halus lainnya. Kekeruhan merupakan sifat optik dari suatu larutan, yaitu absorpsi dan pantulan cahaya yang melaluinya. Tidak dapat dihubungkan secara langsung antara kekeruhan dengan kadar zat tersuspensi, karena tergantung juga kepada ukuran dan

bentuk butir. Metoda pengukuran kekeruhan ada 3 (tiga) yaitu : metode Hellige Turbidimetri dan Turbidimetri serta Spektrofotometer

2.4.2 Analisa kesadahan

Kesadahan dalam air terutama disebabkan oleh ion-ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} , juga oleh Mn^{2+} , Fe^{2+} dan semua kation yang bermuatan dua. Air dengan kesadahan tinggi biasanya terdapat pada air tanah di daerah yang bersifat kapur di mana Ca^{2+} dan Mg^{2+} berasal. Sifat air sadah mengakibatkan konsumsi sabun lebih tinggi, karena adanya hubungan kimiawi antara ion kesadahan dengan molekul sabun yang menyebabkan sifat detergen sabun hilang. Kelebihan ion Ca^{2+} serta ion CO_2^{2-} mengakibatkan terbentuknya kerak pada dinding pipa yang disebabkan endapan kalsium. Kerak ini akan mengurangi penampang basah pipa dan menyulitkan pemanasan air di dalam ketel. Kesadahan total yaitu jumlah ion-ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang dapat ditentukan melalui titrasi dengan EDTA sebagai titran dan menggunakan indikator yang peka terhadap semua kation tersebut.

2.4.3 Analisa padatan

Dalam air alam ditemui dua kelompok zat, yaitu zat terlarut seperti garam dan molekul organik, dan padat tersuspensi dan koloidal seperti tanah liat. Perbedaan antara kedua kelompok zat yang ada dalam air alam cukup jelas dalam praktek maupun kadang-kadang batas itu tidak dapat dipastikan secara definitif. Analisa zat padat dalam air sangat penting bagi penentuan komponen-komponen air secara

lengkap, juga untuk merencanakan serta pengawasan proses-proses pengolahan dalam bidang air minum maupun dalam bidang air buangan.

Zat-zat padat yang terdapat dalam suspensi dapat dibedakan menurut ukuran sebagai partikel tersuspensi koloid dan partikel tersuspensi biasa. Jenis partikel koloid tersebut penyebab kekeruhan dalam air yang disebabkan oleh penyimpangan sinar nyata yang menembus suspensi tersebut. Partikel-partikel koloid tidak dapat terlihat secara visual, sedangkan larutannya yang terdiri dari ion-ion dan molekul-molekul tidak pernah keruh. Larutan menjadi keruh bila terjadi pengendapan yang merupakan keadaan kejenuhan dari suatu senyawa kimia. Partikel-partikel yang tersuspensi biasa, mempunyai ukuran yang lebih besar dari partikel koloid dan dapat menghalangi sinar yang akan menembus suspensi, sehingga tidak dapat dikatakan keruh karena sebenarnya air diantara molekul-molekul tersuspensi tidak keruh dan sinar tidak menyimpang.

Seperti halnya ion-ion dan molekul-molekul yang terlarut, zat padat koloid dan tersuspensi dapat bersifat organik dan anorganik. Dalam metoda analisa zat padat, pengertian zat padat total adalah semua zat yang tersisa sebagai residu dalam suatu bejana bila sample air dalam bejana tersebut dipanaskan pada suhu tertentu. Zat padat total terdiri dari zat padat tersuspensi dan zat padat terlarut yang dapat bersifat organik dan anorganik.

2.4.4 Analisa pH

Analisa pH menunjukkan kadar asam atau basa suatu larutan, melalui konsentrasi ion hydrogen H^+ . Ion hydrogen merupakan faktor utama untuk mengetahui reaksi kimiawi dalam lingkungan karena :

1. H^+ ada dalam keseimbangan dinamis dalam air yang membentuk suasana untuk reaksi kimiawi yang berkaitan dengan pencemaran air.
2. H^+ tersusun juga oleh banyak unsure lain.

Prinsip analisa pH adalah :

1. Kalorimeter dengan indikator, kalau keadaan indikator berubah maka keadaan dapat berubah.
2. Potensiometri tegangan yang diukur oleh pH meter tergantung keadaan larutan.
3. Titrasi asam basa menentukan normalitas asam basa.

Elektroda mempunyai kemampuan untuk mengukur konsentrasi H^+ dalam air secara elektrometer.

2.4.5 Analisa logam besi.

Besi adalah salah satu elemen kimiawi yang dapat ditemui pada hampir setiap tempat di bumi, pada setiap lapisan geologis dan semua badan air.

Pada umumnya besi yang ada dalam air dapat bersifat :

1. Terlarut sebagai fero atau feri.
2. Tersuspensi sebagai butir koloidal seperti Fe_2O_3 , FeO , $Fe(OH)_3$ dan sebagainya.
3. Tergabung dengan zat organik atau zat padat yang anorganik.

Pada air permukaan jarang ditemui kadar besi lebih besar dari 1 mg/l, tetapi di dalam air tanah kadar Fe dapat jauh lebih tinggi. Konsentrasi Fe yang tinggi ini dapat dirasakan dan menodai kain dan perkakas dapur. Pada air yang tidak mengandung oksigen, seperti sering kali 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 bahkan dapat menjadi ferihidroksida, atau salah satu jenis oksida yang merupakan zat padat dan bisa mengendap. Demikian dalam air sungai, besi berada sebagai Fe^{2+} , Fe^{3+} terlarut dan Fe^{3+} dalam bentuk senyawa organik berupa koloidal.

2.5 Tinjauan tentang Spektrofotometer UV – Vis

Pengukuran absorbansi atau transmitansi dalam spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk analisis kualitatif dan kuantitatif spesies kimia. Absorbansi spesies ini berlangsung dalam dua tahap yaitu :

1. $M + h\nu = M^*$, merupakan eksitasi spesies akibat absorpsi foton dengan waktu hidup terbatas.
2. Relaksasi dengan berubahnya M^* menjadi spesies baru dengan reaksi fotokimia.

Absorpsi dalam daerah ultraviolet dan daerah nampak menyebabkan eksitasi elektron kimia. Puncak absorpsi dapat dihubungkan dengan jenis-jenis ikatan yang ada dalam spesies. Spektroskopi absorpsi berguna untuk mengkarakterisasikan

gugus fungsi dalam suatu molekul dan untuk analisis kuantitatif. Spesies yang mengabsorpsi dapat melakukan transisi yang meliputi :

1. Transisi yang meliputi elektron π , σ , dan n-elektron

Jenis transisi ini terjadi pada molekul-molekul organik dan sebagian kecil anion anorganik. Molekul tersebut mengabsorpsi radiasi elektromagnetik karena adanya elektron valensi, yang akan tereksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi. Dan absorpsi terjadi dalam daerah UV, sedangkan gugus kromofor dengan energi eksitasi yang rendah mempunyai absorpsi di atas 180 nm. Transisi elektronik pada tingkat-tingkat energi terjadi dengan mengabsorpsi radiasi sehingga menyebabkan terjadi transisi $\sigma\text{-}\sigma^*$, $n\text{-}\sigma^*$, $n\text{-}\pi^*$, dan $\pi\text{-}\pi^*$, di mana σ^* dan π^* adalah orbital atom inti ikatan sedangkan n merupakan orbital tidak berikatan yang mempunyai energi diantara orbital ikat dan anti ikatan. Jadi pada transisi $\sigma\text{-}\sigma^*$ elektron pada suatu orbital ikat σ tereksitasi ke orbital anti ikat σ^* , dengan mengabsorpsi radiasi.

2. Absorpsi yang melibatkan elektron d dan f.

Unsur-unsur blok d mengabsorpsi pada daerah UV-Vis. Terjadinya transisi logam golongan f disebabkan karena adanya elektron-elektron pada orbital f. Unsur-unsur transisi dalam, mempunyai puncak yang sempit karena interaksi elektron-elektron 4f dan 5f, misalnya pada unsur lantanida dan aktinida. (Khopkar, 1990)

BAB III

METODA PENELITIAN

Penelitian ini bersifat eksperimental yang dilakukan di laboratorium Kimia Fisik FMIPA Universitas Airlangga Surabaya, dan sampel yang digunakan adalah air sumur yang ada di daerah Trosobo, Kecamatan Taman, Kabupaten Sidoarjo. Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.1 Pengujian sampel.

Sebelum dioperasikan sampel diuji dahulu terhadap parameter air yang akan diukur, yaitu terhadap kekeruhan, kesadahan, padatan terlarut, pH dan logam besi.

3.2 Identifikasi zeolit.

Zeolit yang digunakan sebagai adsorben berupa zeolit alam. Zeolit yang berupa bongkahan dibersihkan dari pengotor-pengotornya. Kemudian zeolit tersebut mengalami perlakuan dengan aktivasi dan modifikasi.

3.2.1 Zeolit Kalsinasi (Z-K)

Kalsinasi dilakukan dengan pemanasan zeolit pada temperatur $\pm 500^{\circ}\text{C}$.

3.2.2 Zeolit Aktif (Z-II)

Dilakukan dengan perendaman zeolit dalam larutan asam, kemudian dilakukan pemanasan.

3.2.3 Zeolit Mangan (Z-Mn).

Dilakukan modifikasi dengan pelapisan logam mangan pada zeolit dengan perendaman dalam larutan $MnCl_2$ dan dilanjutkan dengan oksidasi menggunakan $KMnO_4$ dan Z-Mn yang diperoleh dikeringkan dalam oven agar diperoleh Z-Mn yang kering.

3.3 Uji kerja zeolit

Dilakukan dengan mengukur kandungan parameter terhadap kekeruhan, kesadahan, padatan terlarut, pH dan logam besi. Sampel dimasukkan dalam reaktor yang telah diisi dengan zeolit tertentu

3.4 Bahan dan alat

3.4.1 Bahan-bahan yang digunakan

Bahan penelitian yang digunakan adalah berderajat pro analisis, yaitu silika, hydroxylamine. HCl, Buffer ammonium asetat, phenanthroline monohydrate EBT, EDTA, larutan buffer, zeolit, $MnCl_2 \cdot 2H_2O$, $KMnO_4$ dan MnO_2 .

3.4.2 Alat-alat yang digunakan.

Peralatan yang digunakan adalah turbidometri, Spektrofotometer, pemanas listrik, buret, furnace, oven, cawan porselin, timbangan, desikator, pH meter, dan alat-alat gelas yang diperlukan.

3.5 Prosedur operasional

3.5.1 Pengujian sampel

Sebelum dioperasikan sampel diuji dahulu terhadap kekeruhan, kesadahan, padatan terlarut, dan pH serta kandungan logam besinya.

3.5.2 Perlakuan sample dengan adsorben

Sampel diambil sebanyak 50 ml, ditempatkan dalam gelas beker, dimasukkan jenis zeolit tertentu dengan jumlah 1,0% (w/v) dari volume sample dan diaduk menggunakan pengaduk magnet selama 15 menit, kemudian disentrifugasi selama 30 menit dengan kecepatan 2000 rpm. Pengujian dilakukan kembali dengan jumlah zeolit yang divariasikan 1% - 5%(w/v) dari volume sample.

Ukuran zeolit yang digunakan 150 – 250 mesh dan jenis zeolit yang digunakan yaitu zeolit aktif, zeolit kalsinasi dan zeolit – mangan dengan variasi jumlah masing-masing 1,0% sampai 5% (w/v). Sebelum zeolit digunakan terlebih dahulu dipanaskan dalam oven dengan temperatur 120⁰C selama 1 jam.

3.5.3 Uji Kekeruhan

Mengoperasikan alat turbidimetri, kemudian memasukkan larutan blanko dan set alat tersebut pada set zero. Setelah itu memasukkan sampel air ke dalam tabung dan memasukkan tabung ke dalam alat turbidimetri.

3.5.4 Uji Kesadahan total

Dipipet sebanyak 25 ml sample air ke dalam erlenmeyer 100 ml, kemudian ditambahkan 0,5 gram indikator Eriochrom Black T lalu ditambahkan 2 ml larutan buffer pH 10 kocok hingga merata. Setelah itu dititrasi dengan larutan EDTA 0,03 N sehingga warna ungu berubah menjadi biru, lalu dicatat hasil titrasinya. Untuk menghitung kesadahan total menggunakan rumus berikut :

$$\text{Kesadahan total (mg/l)} = 1000/\text{ml sample} [a \times N]$$

Di mana : a = ml titrasi EDTA

N = normalitas larutan EDTA

3.5.5 Uji Padatan terlarut

Memanaskan cawan ke dalam furnace 550⁰C selama 1 jam, setelah itu dimasukkan ke dalam oven 105⁰C selama 15 menit. Kemudian didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan setelah itu ditimbang. Kemudian memasukkan 25 ml sample ke dalam cawan yang telah di timbang dan masukkan ke dalam oven 105⁰C selama 24 jam dan dinginkan dalam desikator selama 15 menit setelah itu ditimbang. Untuk menghitung jumlah zat padat total menggunakan rumus berikut :

$$\text{Zat padat total (mg/l)} = 1000 \times [b - a]/c$$

Di mana : a = cawan kosong setelah di furnace dan di oven

b = cawan dan residu setelah di oven

c = volume sample

3.5.6 Uji logam besi

Kurva baku digunakan untuk mengukur konsentrasi ion Fe (II) yang terdapat di dalam sample baik sebelum maupun sesudah proses. Sejumlah larutan induk Fe(II) 0,01M masing-masing 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 ml di masukkan ke dalam labu ukur 50 ml sehingga diperoleh larutan standar Fe(II) dengan konsentrasi 0 ; $2 \cdot 10^{-5}$; $4 \cdot 10^{-5}$; $6 \cdot 10^{-5}$; $8 \cdot 10^{-5}$; dan 10^{-4} M. Kemudian ke dalam masing-masing larutan standar ditambahkan berturut-turut 5 ml larutan hidrosilamonium klorida 10 % dan didiamkan selama 5 sampai 10 menit, 5 ml larutan buffer natrium asetat, 4 ml larutan 1,10-fenantrolin dan diencerkan dengan aquadem sampai tanda batas. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 510 nm dengan Spektrofotometer UV-Vis. Dari data diperoleh suatu kurva baku yang dibentuk oleh regresi linier antara konsentrasi ion Fe(II) terhadap absorbansi.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaktifan Zeolit

Untuk menaikkan daya adsorpsinya maka zeolit yang diperoleh di alam diaktifkan dengan pengharapan akan dapat memperbesar luas permukaan partikel dan meningkatkan kekristalan zeolit ke arah perubahan bentuk amorf menjadi bentuk kristal. Proses pengaktifan yang biasa dilakukan adalah aktivitas secara fisis dan kimiawi. Tetapi pengaktifan disini adalah dengan memodifikasi zeolit untuk mengubah sifat permukaannya.

Kalsinasi pada zeolit (Z-K) menyebabkan peningkatan derajat kekristalan dan menghilangkan bahan organik. Proses kalsinasi dilakukan dengan pemanasan zeolit pada temperatur $\pm 500^{\circ}\text{C}$ sehingga air yang berada pada pori-pori teruapkan sehingga mengakibatkan penambahan luas permukaan pori-pori, dan mengatur letak atom yang dapat dipertukarkan.

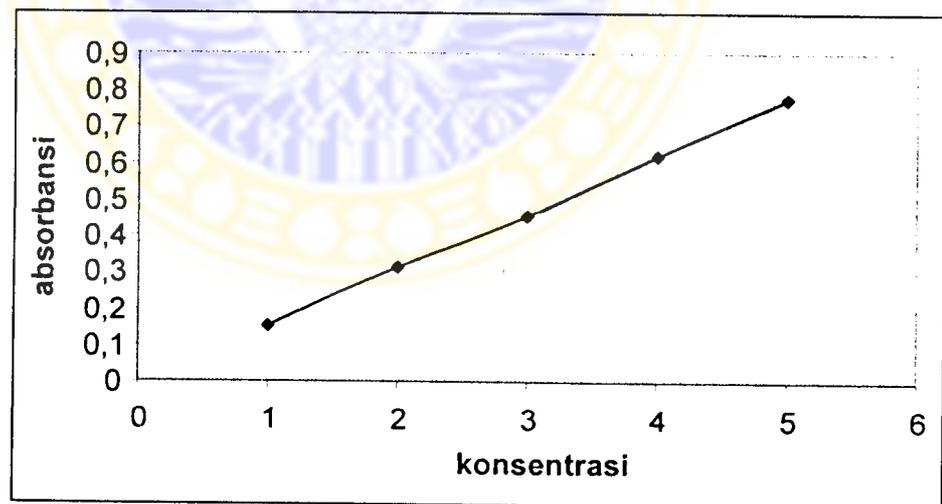
Zeolit aktif (Z-H) ini diperoleh dari aktifitas kimia yang dilanjutkan dengan kalsinasi. Aktifitas kimia dilakukan dengan perendaman zeolit dalam larutan asam, sehingga menambah luas permukaan pori-pori, membuang senyawa-senyawa pengotor dan mengatur letak atom yang dapat dipertukarkan. Zeolit yang telah diaktivasi ini kemudian dikalsinasi, sehingga diperoleh zeolit yang memiliki kemampuan adsorpsi yang meningkat.

Zeolit mangan (Z-Mn) diperoleh dari zeolit alam yang telah dimodifikasi. Modifikasi ini dilakukan dengan pelapisan logam mangan pada zeolit dengan cara

perendaman zeolit dalam larutan MnCl_2 3% dan dilanjutkan dengan oksidasi menggunakan KMnO_4 . sehingga terbentuk lapisan MnO_2 pada permukaan zeolit. Zeolit yang telah diaktifkan berwarna coklat kehitaman, yang mengindikasikan telah terbentuk lapisan MnO_2 pada permukaannya. Selanjutnya dilakukan proses pemanasan pada zeolit yang telah dilapisi dengan tujuan mengurangi kadar air.

4.2 Pembuatan Kurve Baku

Kurva baku dibuat dengan mengukur absorbansi larutan baku Fe(II) dengan konsentrasi $2 \cdot 10^{-5}$, $4 \cdot 10^{-5}$, $6 \cdot 10^{-5}$, $8 \cdot 10^{-5}$ dan $10 \cdot 10^{-5}$ dan panjang gelombang 510 nm. Hasil pengukuran dibuat persamaan regresi antara absorbansi dengan konsentrasi larutan ion Fe(II) . Hasil pengukuran absorbansi ion Fe(II) lihat lampiran I sedangkan kurva baku dapat dilihat pada gambar 4.1

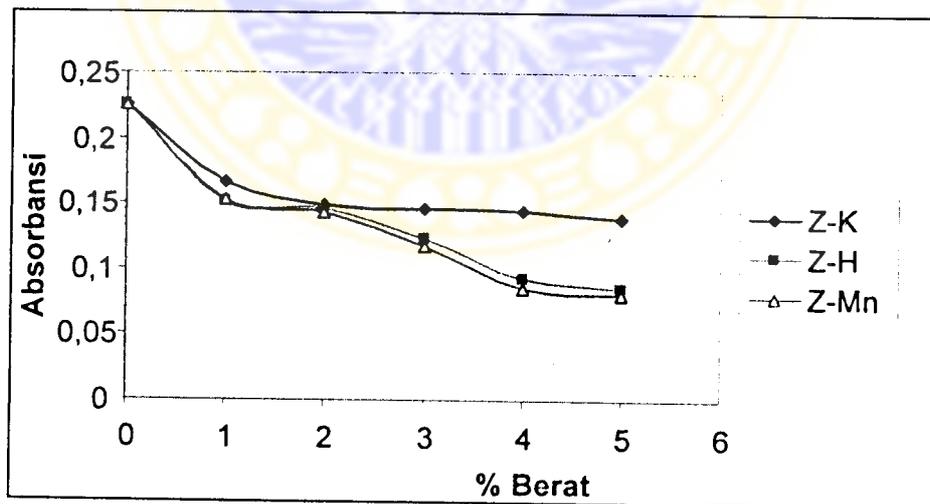


Gambar 4.1: Kurve baku logam Fe(II)

Besi merupakan senyawa yang dapat ditemui di hampir semua badan air. Pada air permukaan jarang ditemui kadar besi lebih dari 1 gr/lit, tetapi di dalam air tanah kadar besi dapat jauh lebih tinggi. Konsentrasi yang tinggi ini dapat dirasakan dan dapat menodai kain dan perkakas dapur. Pada air yang tidak mengandung oksigen seperti air tanah, besi berada sebagai Fe(II) yang cukup dapat terlarut, sedangkan pada air sungai yang mengalir dan terjadi aerasi, Fe(II) teroksidasi menjadi Fe(III).

Dari kurva baku diperoleh persamaan $Y = 7744,15X - 0,000891$ dengan Y sebagai absorbansi dan X sebagai konsentrasi ion Fe(II). Selanjutnya kurva ini digunakan untuk menentukan konsentrasi ion Fe(II) dalam sampel.

Hasil pengukuran konsentrasi Fe(II) dalam sampel disajikan dalam kurva hubungan antara absorbansi dan berat zeolit rang ditambahkan yang tertera pada gambar 4.2



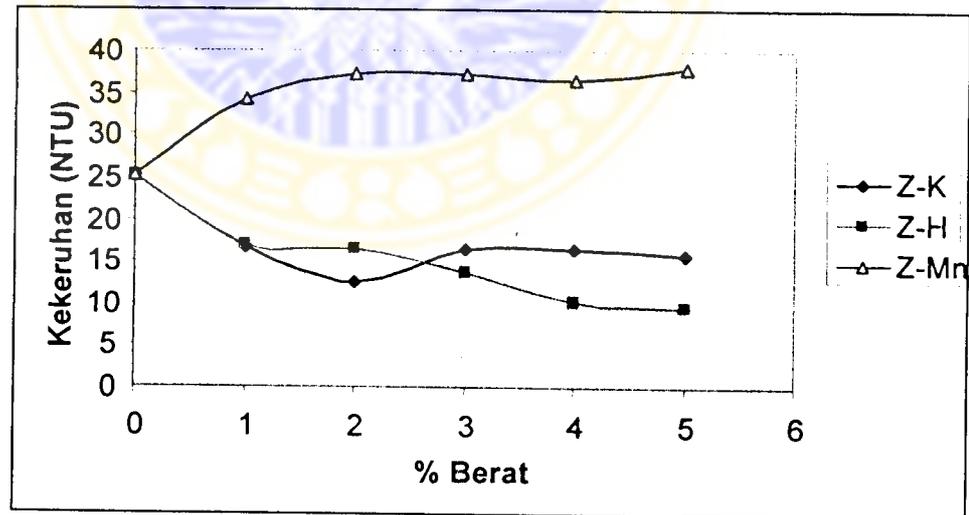
Gambar 4.2 Pengukuran absorbansi Fe(II)

Data pengukuran adsorpsi kation Fe(II) dapat dilihat pada lampiran 2. Dari kurva hubungan antara absorbansi dan berat sampel, dapat dilihat pada penambahan berat 1 % untuk masing-masing zeolit hampir menunjukkan penurunan konsentrasi Fe(II) yang sama .

Pada penambahan di atas 2% berat zeolit terlihat bahwa adsorpsi Z-Mn lebih besar dari Z-H maupun Z-K.

4.3 Kekeruhan

Kekeruhan di dalam air disebabkan oleh adanya zat tersuspensi, seperti lempung, lumpur, zat organik. Plankton dan zat-zat yang halus lainnya. Kekeruhan merupakan sifat optis larutan, yaitu hamburan dan absorpsi cahaya yang melaluinya. Hasil pengukuran kekeruhan dalam sampel dengan variasi berat masing-masing zeolit tertera pada gambar 4.3

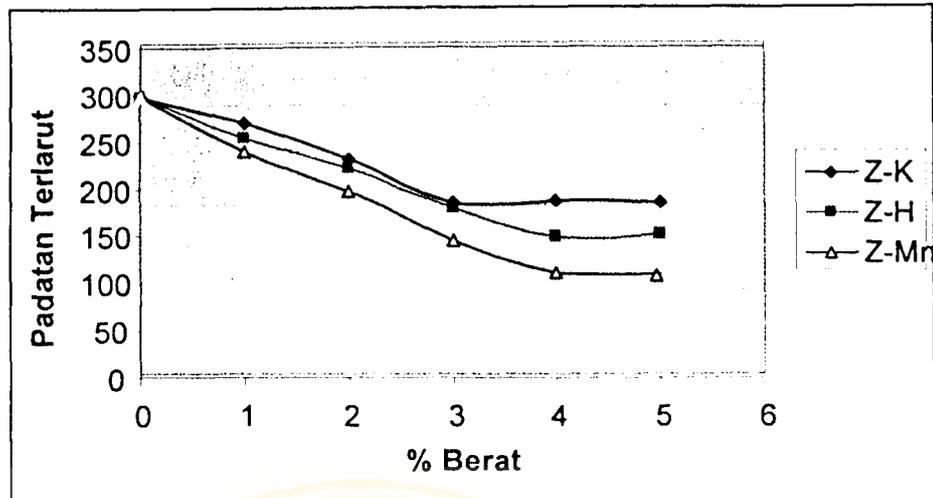


Gambar 4.3 : Hasil pengukuran kekeruhan

Data pengukuran kekeruhan dengan penambahan berat masing-masing zeolit dapat dilihat pada lampiran 5. Z-Mn merupakan zeolit alam yang telah mengalami modifikasi dengan pelapisan menggunakan logam mangan. Dari gambar 4.3 terlihat bahwa proses perubahan pada penambahan berat zeolit mangan ini tidak terjadi seperti yang diharapkan. Sampel yang telah keruh justru mengalami kenaikan kekeruhan. Kenaikkan ini mungkin dapat diakibatkan oleh melarutnya logam mangan pada saat dilakukan proses pengadukan. Secara umum Z-K dapat menurunkan kekeruhan, terlihat penurunan terbesar terjadi pada jumlah Z-K 2%, hal ini diduga karena Z-K mempunyai pori-pori yang telah terbebas dari air. Disisi lain pada penambahan 3% terjadi kenaikan kembali kekeruhan. Kemungkinan penyebabnya adalah zeolit yang ditambahkan masih mengandung pengotor. Demikian juga untuk Z-H secara umum mengalami penurunan tingkat kekeruhan, hal ini bisa terjadi karena Z-H mempunyai pori-pori yang telah terbebas dari molekul air dan penotor sehingga dapat dapat menurunkan kekeruhan.. Secara umum daya adsorpsi terhadap kekeruhan Z-H lebih baik dibandingkan dengan Z-K.

4.4 Total Padatan Terlarut

Analisa zat padat dalam air sangat penting bagi penentuan komponen-komponen secara lengkap, juga untuk pengawasan dan proses-proses pengolahan air. Hasil pengukuran total padatan terlarut dari sampel dengan variasi penambahan berat masing-masing zeolit tertera dalam gambar 4.4



Gambar 4.4 : Hasil pengukuran total padatan terlarut

Data pengukuran total padatan terlarut dapat dilihat pada lampiran 4. Dari kurva terlihat secara umum dengan penambahan zeolit didapatkan tingkat penurunan total padatan terlarut yang signifikan. Hal ini bisa disebabkan karena ketiga macam zeolit itu memiliki perbedaan pada proses aktivasinya, pada Z-H dilakukan aktivasi kimia dan aktivasi fisik, Z-K dilakukan aktivasi fisik saja dan Z-Mn dilakukan pelapisan logam mangan. Perbedaan proses aktivasi yang menghasilkan perbedaan ukuran pori-pori dan luas permukaan zeolit sehingga mempengaruhi kemampuan zeolit untuk mengadsorpsi total padatan terlarut. Dari hasil Z-Mn memiliki kemampuan adsorpsi lebih baik dibandingkan dengan yang lainnya.

4.5 Analisa pH

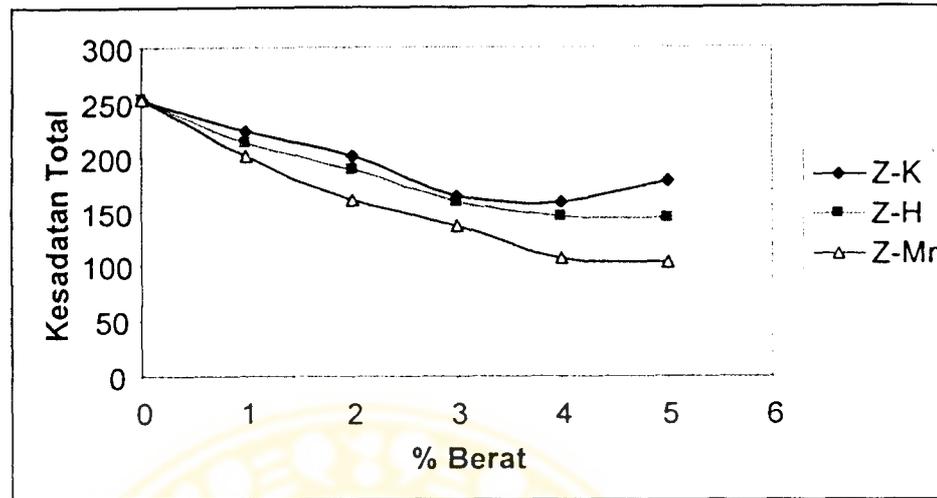
Harga pH air tawar berkisar antara 6-8. Pada perairan yang baik pH air merupakan hasil metabolisme CO₂. Jika organisme tumbuhan mengkonsumsi CO₂, pH bertambah dan jika hewan merespirasi CO₂, pH air menjadi rendah. Untuk limbah industri yang bersifat asam atau basa dapat mempengaruhi sistim. Perubahan pH dapat pula mempengaruhi lingkungan. Dari data pengukuran pH pada sample pada lampiran 6 terlihat bahwa penambahan berat zeolit tidak begitu berpengaruh terhadap perubahan pH.

4.6 Kesadahan Total

Kesadahan air terutama disebabkan oleh ion-ion Ca²⁺ dan Mg²⁺. Air dengan kesadahan tinggi biasanya terdapat pada air tanah di daerah yang bersifat kapur. Kesadahan total yaitu jumlah ion-ion Ca²⁺ dan Mg²⁺ yang dapat ditentukan melalui titrasi dengan EDTA sebagai titran dan menggunakan indikator yang peka terhadap semua kation tersebut.

Eriochrom Black T (EBT) adalah sejenis indikator yang berwarna merah muda bila berada di larutan yang mengandung ion Ca²⁺ dan Mg²⁺ dengan pH ± 10. Sedangkan EDTA dapat membuat pasangan kimiawi dengan ion-ion kesadahan. Oleh karena itu pada pH 10 larutan akan berubah menjadi biru, yaitu pada saat jumlah molekul EDTA yang ditambahkan sebagai titran sama dengan jumlah ion kesadahan dalam sample. Dan molekul indikator terlepas dari ion kesadahan.

Hasil pengukuran kesadahan total dalam sample dengan variasi penambahan berat masing-masing zeolit tertera pada gambar 4.5



Gambar 4.5 : Hasil pengukuran kesadahan total

Data total kesadahan dapat dilihat pada lampiran 3. Dari gambar 4.5 terlihat penurunan kesadahan total terbesar didapat pada jumlah Z-K 4 %, hal ini diduga karena Z-K mempunyai pori-pori yang telah terbebas dari molekul air. Disisi lain pada jumlah berat Z-K 5 % terjadi kenaikan kembali. Kemungkinan penyebabnya adalah Z-K yang ditambahkan masih mengandung pengotor. Secara umum dapat dikatakan bahwa pada penambahan berat zeolit dapat menurunkan kesadahan total dan Z-Mn mempunyai kemampuan menurunkan kesadahan total lebih baik dari zeolit lainnya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa data yang telah dilakukan dalam penelitian ini, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Zeolit kalsinasi, zeolit hidrogen dan zeolit mangan memiliki kemampuan untuk menurunkan kadar ion besi Fe(II), padatan terlarut, dan kesadahan total dengan kemampuan yang dapat diurutkan sebagai berikut : Z-Mn > Z-H > Z-K
2. Zeolit mangan tidak mampu menurunkan tingkat kekeruhan, tetapi zeolit hidrogen memiliki kemampuan untuk menurunkan tingkat kekeruhan lebih baik dibandingkan dengan zeolit kalsinasi.
3. Pada penambahan variasi berat masing-masing zeolit relatif tidak mengubah nilai pH.

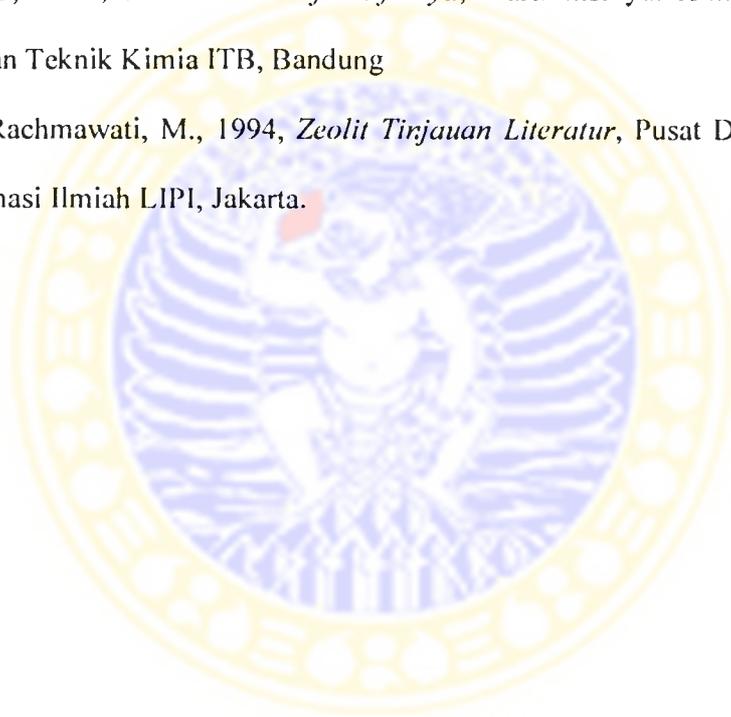
5.2 Saran

Dari hasil penelitian ini dengan memakai zeolit alam yang sudah dimodifikasi sebagai adsorben, masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan variasi-variasi lainnya seperti jenis zeolit , waktu perendaman agar diperoleh hasil yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adamson, A.W., 1982, *Physical Chemistry of Surdace*, John Wiley and Sons, New York
- APHA, AWWA, AWPCF, 1995, *Standart Methods foe Examination of Water and Wastewater*, Washington
- Alaerts, G., dan Sri Sumestri, S., 1987, *Metoda Penelitian Air*, Usaha Nasional, Surabaya, Indonesia.
- Dyer, 1994, *Zeolit, Encyclopedia of Inorganic*, editor : R. Bruce King, V.B., John Wiley and Sons, Chichester
- Hampel, C.A., Hawley, G.G., 1982, *Glosarry of Chemical Terms*, 2nd edition, Van Nostrand Reinhold, New York
- Hidayat, Arief, 1988, *Multiguna Zeolit*, Majalah Pertambangan dan Energi No. 1, Penerbit Yayasan Krida Caraka Bhumi Depertemen Pertambangan dan Energi, Jakarta.
- Indawati, 1999. *Pemodelan Struktur Sodalit untuk Penentuan Pt Optimum yang Dapat Diemban dengan Metoda Mekanika Molekuler*, Skripsi, FMIPA UGM, Yogyakarta.
- Khopkar, S.M., 1990, *Konsep Dasar Kimia Analitik*, Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- Kirk-Othmer, 1991, *Moleculer Sieves*, *Encyclopedia of Chemistry Technology* 3rd edition, vol. 15, John Wiley and Sons, New York.

- Prayitno, K.B., 1989, *Zeolit sebagai Alternatif Industri Komoditi Mineral di Indonesia*,
Majalah BPPT No. XXXV/1989, Penerbit BPPT, Jakarta.
- Roberio, F.R., 1984, *Zeolit : Science and Technology*, Martinus Nighoff Publisher,
Boston
- Sawyer, Clair, N., and Perry, L., 1994, *Chemistry for Environmental Engineering*, 3rd
edition, Mc Graw-Hill Book Company, New York.
- Subagjo, 1993, *Zeolit, Struktur dan Sifat-Sifatnya*, Warta Insinyur Kimia Vol. 7 No. 3,
Jurusan Teknik Kimia ITB, Bandung
- Sutarti, M., Rachmawati, M., 1994, *Zeolit Tirjauan Literatur*, Pusat Dokumentasi dan
Informasi Ilmiah LIPI, Jakarta.



Lampiran 1.

Data absorbansi larutan standar ion Fe(II) yang diukur pada panjang gelombang 510 nm.

[Fe(II)] (M)	Absorbansi	Absorbansi rata-rata
$2 \cdot 10^{-5}$	0,15292	0,15303
	0,15312	
	0,15311	
$4 \cdot 10^{-5}$	0,31254	0,31161
	0,31071	
	0,31159	
$6 \cdot 10^{-5}$	0,46221	0,46208
	0,46229	
	0,46175	
$8 \cdot 10^{-5}$	0,61638	0,61661
	0,61644	
	0,61703	
$10 \cdot 10^{-5}$	0,77496	0,77526
	0,77512	
	0,77571	

Persamaan garis lurus untuk kurva standar Fe(II) dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$Y = a + bX$$

Diperoleh : harga $a = 0,000981$; $b = 7744,15$ sehingga persamaan regresinya adalah $Y = 7744,15 X - 0,000981$. Sedangkan koefisien korelasinya (r) = 0,999961.

Lampiran 2 :**Data Pengukuran Absorbansi ion Fe(II)**

% Berat (w/v)	Z - K		Z - H		Z - Mn	
0	0,22437 0,22516 0,22473	0,22475	0,22437 0,22437 0,22437	0,22475	0,22437 0,22437 0,22437	0,22475
1	0,16629 0,16701 0,16677	0,16669	0,15080 0,15172 0,15091	0,15114	0,15312 0,15397 0,15298	0,15336
2	0,14926 0,14817 0,14871	0,14871	0,14693 0,14571 0,14505	0,14589	0,14383 0,14312 0,14405	0,14367
3	0,14693 0,14576 0,14562	0,14610	0,12124 0,12351 0,12279	0,12251	0,11673 0,11601 0,11692	0,11655
4	0,14538 0,14391 0,14407	0,14445	0,09117 0,09231 0,09212	0,09187	0,08512 0,08473 0,08491	0,08492
5	0,13996 0,13778 0,13781	0,13852	0,08420 0,08511 0,08501	0,08477	0,08033 0,08121 0,08097	0,08084

Lampiran 3

Data Pengukuran Kesadahan Total

% Berat (w/v)	Z – K mg/t		Z – H mg/t		Z – Mn mg/t	
0	252,75		252,75		252,75	
1	225,75	223,87	214,59	214,00	201,95	201,74
	221,80		213,27		201,15	
	224,05		214,11		202,11	
2	201,70	201,86	189,06	189,48	161,26	161,91
	200,75		189,71		162,17	
	203,14		189,67		162,31	
3	164,04	164,40	159,98	160,08	137,24	137,16
	165,17		160,15		137,01	
	164,00		160,10		137,23	
4	159,99	160,30	145,33	145,56	107,19	107,49
	160,17		145,97		107,23	
	160,73		145,36		108,04	
5	178,73	178,41	143,58	143,91	104,39	104,35
	178,01		144,11		104,41	
	178,50		144,03		104,24	

Lampiran 4

Data Pengukuran Padatan Terlarut

% Berat (w/v)	Z - K mg/lt		Z - II mg/lt		Z - Mn mg/lt	
0	298,34		298,34		298,34	
1	268,51	268,57	253,00	252,97	238,37	238,43
	268,17		253,15		238,51	
	269,03		252,76		238,42	
2	231,51	231,37	222,56	222,13	196,31	196,90
	230,97		221,91		197,21	
	231,47		221,93		197,17	
3	185,57	185,54	178,71	178,60	144,10	144,24
	185,61		178,75		144,27	
	185,43		178,34		144,34	
4	187,66	187,78	148,28	148,45	110,98	110,81
	187,97		148,71		110,71	
	187,71		148,37		110,73	
5	184,97	184,67	150,36	150,23	108,89	108,78
	184,51		150,21		108,78	
	184,49		150,11		108,67	

Lampiran 5**Data Pengukuran Kekeruhan**

% Berat (w/v)	Z – K (NTU)		Z – H (NTU)		Z – Mn (NTU)	
0	25,12		25,12		25,12	
1	16,71	16,55	16,91	16,81	34,37	34,24
	16,43		16,78		34,15	
	16,52		16,75		34,15	
2	12,54	12,59	16,48	16,42	37,40	37,30
	12,51		16,51		37,11	
	12,73		16,27		37,38	
3	16,45	16,43	13,72	13,69	37,03	37,11
	16,46		13,75		37,15	
	16,37		13,61		37,15	
4	16,12	16,38	10,25	10,28	36,50	36,45
	16,15		10,21		36,45	
	15,87		10,37		36,41	
5	15,73	15,64	9,52	9,43	37,83	37,87
	15,51		9,37		37,76	
	15,67		9,41		38,03	

Lampiran 6**Data Pengukuran pH**

% Berat (w/v)	Z - K		Z - II		Z - Mn	
0	7,0		7,05		7,05	
1	7,05	7,05	7,01	7,01	7,02	7,02
	7,04		7,01		7,03	
	7,05		7,01		7,02	
2	7,00	7,01	7,01	7,01	7,03	7,03
	7,03		7,01		7,02	
	7,00		7,01		7,03	
3	7,04	7,04	6,95	6,92	6,91	6,93
	7,04		6,90		6,95	
	7,04		6,90		6,94	
4	6,90	6,92	6,93	6,91	6,90	6,91
	6,95		6,91		6,93	
	6,90		6,90		6,91	
5	6,95	6,95	6,90	6,90	6,91	6,89
	7,00		6,89		6,85	
	6,90		6,92		6,90	

Lampiran 1.

Data absorbansi larutan standar ion Fe(II) yang diukur pada panjang gelombang 510 nm.

[Fe(II)] (M)	Absorbansi	Absorbansi rata-rata
$2 \cdot 10^{-5}$	0,15292	0,15303
	0,15312	
	0,15311	
$4 \cdot 10^{-5}$	0,31254	0,31161
	0,31071	
	0,31159	
$6 \cdot 10^{-5}$	0,46221	0,46208
	0,46229	
	0,46175	
$8 \cdot 10^{-5}$	0,61638	0,61661
	0,61644	
	0,61703	
$10 \cdot 10^{-5}$	0,77496	0,77526
	0,77512	
	0,77571	

Persamaan garis lurus untuk kurva standar Fe(II) dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$Y = a + bX$$

Diperoleh : harga $a = 0,000981$; $b = 7744,15$ sehingga persamaan regresinya adalah $Y = 7744,15 X - 0,000981$. Sedangkan koefisien korelasinya (r) = 0,999961.

Lampiran 2 :**Data Pengukuran Absorbansi ion Fe(II)**

% Berat (w/v)	Z – K	A _{rata-rata}	Z – H	A _{rata-rata}	Z – Mn	A _{rata-rata}
0	0,22437	0,22475	0,22437	0,22475	0,22437	0,22475
	0,22516		0,22437		0,22437	
	0,22473		0,22437		0,22437	
1	0,16629	0,16669	0,15080	0,15114	0,15312	0,15336
	0,16701		0,15172		0,15397	
	0,16677		0,15091		0,15298	
2	0,14926	0,14871	0,14693	0,14589	0,14383	0,14367
	0,14817		0,14571		0,14312	
	0,14871		0,14505		0,14405	
3	0,14693	0,14610	0,12124	0,12251	0,11673	0,11655
	0,14576		0,12351		0,11601	
	0,14562		0,12279		0,11692	
4	0,14538	0,14445	0,09117	0,09187	0,08512	0,08492
	0,14391		0,09231		0,08473	
	0,14407		0,09212		0,08491	
5	0,13996	0,13852	0,08420	0,08477	0,08033	0,08084
	0,13778		0,08511		0,08121	
	0,13781		0,08501		0,08097	

Lampiran 3

Data Pengukuran Kesadahan Total

% Berat (w/v)	Z – K mg/lt	Rata-rata mg/lt	Z – H mg/lt	Rata-rata mg/lt	Z – Mn mg/lt	Rata-rata mg/lt
0	252,75		252,75		252,75	
1	225,75	223,87	214,59	214,00	201,95	201,74
	221,80		213,27		201,15	
	224,05		214,11		202,11	
2	201,70	201,86	189,06	189,48	161,26	161,91
	200,75		189,71		162,17	
	203,14		189,67		162,31	
3	164,04	164,40	159,98	160,08	137,24	137,16
	165,17		160,15		137,01	
	164,00		160,10		137,23	
4	159,99	160,30	145,33	145,56	107,19	107,49
	160,17		145,97		107,23	
	160,73		145,36		108,04	
5	178,73	178,41	143,58	143,91	104,39	104,35
	178,01		144,11		104,41	
	178,50		144,03		104,24	

Lampiran 4

Data Pengukuran Padatan Terlarut

% Berat (w/v)	Z – K mg/lt	Rata-rata mg/lt	Z – H mg/lt	Rata-rata mg/lt	Z – Mn mg/lt	Rata-rata mg/lt
0	298,34		298,34		298,34	
1	268,51 268,17 269,03	268,57	253,00 253,15 252,76	252,97	238,37 238,51 238,42	238,43
2	231,51 230,97 231,47	231,37	222,56 221,91 221,93	222,13	196,31 197,21 197,17	196,90
3	185,57 185,61 185,43	185,54	178,71 178,75 178,34	178,60	144,10 144,27 144,34	144,24
4	187,66 187,97 187,71	187,78	148,28 148,71 148,37	148,45	110,98 110,71 110,73	110,81
5	184,97 184,51 184,49	184,67	150,36 150,21 150,11	150,23	108,89 108,78 108,67	108,78

Lampiran 5

Data Pengukuran Kekeruhan

% Berat (w/v)	Z – K (NTU)	Rata-rata (NTU)	Z – II (NTU)	Rata-rata (NTU)	Z – Mn (NTU)	Rata-rata (NTU)
0	25,12		25,12		25,12	
1	16,71	16,55	16,91	16,81	34,37	34,24
	16,43		16,78		34,15	
	16,52		16,75		34,15	
2	12,54	12,59	16,48	16,42	37,40	37,30
	12,51		16,51		37,11	
	12,73		16,27		37,38	
3	16,45	16,43	13,72	13,69	37,03	37,11
	16,46		13,75		37,15	
	16,37		13,61		37,15	
4	16,12	16,38	10,25	10,28	36,50	36,45
	16,15		10,21		36,45	
	15,87		10,37		36,41	
5	15,73	15,64	9,52	9,43	37,83	37,87
	15,51		9,37		37,76	
	15,67		9,41		38,03	

Lampiran 6

Data Pengukuran pH

% Berat (w/v)	Z - K	pH _{rata-rata}	Z - II	pH _{rata-rata}	Z - Mn	pH _{rata-rata}
0	7,0		7,05		7,05	
1	7,05	7,05	7,01	7,01	7,02	7,02
	7,04		7,01		7,03	
	7,05		7,01		7,02	
2	7,00	7,01	7,01	7,01	7,03	7,03
	7,03		7,01		7,02	
	7,00		7,01		7,03	
3	7,04	7,04	6,95	6,92	6,91	6,93
	7,04		6,90		6,95	
	7,04		6,90		6,94	
4	6,90	6,92	6,93	6,91	6,90	6,91
	6,95		6,91		6,93	
	6,90		6,90		6,91	
5	6,95	6,95	6,90	6,90	6,91	6,89
	7,00		6,89		6,85	
	6,90		6,92		6,90	