

**TUGAS AKHIR**

**DESAIN DAN APLIKASI KOLOM ADSORBSI  
DENGAN MENGGUNAKAN *ION EXCHANGER*  
BERBASIS ZEOLIT-KARBON AKTIF UNTUK  
PRODUKSI AIR SANITASI**

*(Design and Application Adsorption Column with Ion Exchanger using a  
Zeolit-based Activated Carbon for the Production of Sanitation Water)*



Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada  
Program Studi Diploma III Teknik Kimia  
Program Diploma Fakultas Teknik  
Universitas Diponegoro  
Semarang

Disusun oleh :

**ATTIYAH PANJI CITRA A**  
NIM. 21030112060082

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK KIMIA  
PROGRAM DIPLOMA FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG  
2015**

## HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Attiyah Panji Citra A  
NIM : 21030112060082  
Program Studi : Diploma III Teknik Kimia  
Fakultas : Teknik  
Universitas : Diponegoro  
Dosen Pembimbing : M. Endy Yulianto, ST, MT.  
Judul Proposal :Desain dan Aplikasi Kolom Adsorpsi dengan Menggunakan Ion Exchanger Berbasis Zeolit-Karbon Aktif untuk produksi Air Sanitasi (*Design And Application Adsorption Column With Ion Exchanger Using A Zeolit-Based Activated Carbon For The Production Of Sanitation Water*)

Proposal Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disetujui pada :

Hari : Kamis  
Tanggal : 02 Juli 2015

Semarang, 13 Juli 2015

Dosen Pembimbing

M.Endy Yulianto, ST, MT.  
NIP. 197107311999031001

## INTISARI

Air sadah adalah air yang mengandung garam-garam kalsium dan magnesium dalam jumlah yang cukup besar. Garam-garam ini biasanya berupa garam bikarbonat, klorida, sulfat dan nitrat. Senyawa kalsium dan magnesium bereaksi dengan sabun membentuk endapan dan mencegah terjadinya busa dalam air. Oleh karena senyawa-senyawa kalsium dan magnesium relatif sukar larut dalam air, maka senyawa-senyawa itu cenderung untuk memisah dari larutan dalam bentuk endapan atau presipitat yang akhirnya menjadi kerak. Dalam pemakaian yang cukup lama air sadah dapat menimbulkan gangguan ginjal akibat terakumulasinya endapan  $\text{CaCO}_3$  dan  $\text{MgCO}_3$  dalam ginjal. Untuk memperoleh air bersih yang layak dikonsumsi diperlukan suatu cara pengolahan yang lebih baik. Salah satu metode yang banyak digunakan adalah filtrasi (penyaringan). Metode ini dapat diterapkan di daerah pedesaan yang berada ditepi sungai ataupun sumber air lain. Media filter yang biasanya digunakan adalah pasir, kerikil, ijuk, arang aktif dan zeolit. Di Indonesia zeolit tampaknya belum mendapat perhatian yang memadai sebagai media filtrasi air bersih. Padahal Indonesia secara geografis terletak pada jalur gunung berapi yang memiliki potensi zeolit yang cukup besar. Dalam rangka mempelajari metode alternatif untuk menurunkan kesadahan air, pada penelitian ini digunakan zeolit alam sebagai penukar ion (ion exchange). Prinsip Ion Exchanger adalah pada proses tersebut senyawa yang tidak larut, dalam hal ini resin, menerima ion positif atau negatif tertentu dari larutan dan melepaskan ion lain ke dalam larutan tersebut dalam jumlah ekuivalen yang sama. Jika ion yang dipertukarkan berupa kation, maka resin tersebut dinamakan resin penukar kation, dan jika ion yang dipertukarkan berupa anion, maka resin tersebut dinamakan resin penukar anion.

Rangkaian alat ion exchanger terdiri dari 3 buah tangki, yaitu tangki penukar kation, tangki penukar anion, dan tangki karbon aktif yang masing-masing terbuat dari FRP. Pada tangki tersebut yang bagian atas terdapat way valve untuk melakukan filter, fast rinse maupun back wash. Metode yang digunakan dalam analisis kadar Ca dan Mg adalah kompleksometri yaitu metode titrasi dimana titran dan titratnya saling membentuk kompleks netral yang terdisosiasi dalam larutan. Dalam praktikum ini untuk menguji kesadahan dilakukan dengan alat *Ion Exchanger* dan *Ion Exchanger* kombinasi karbon aktif, dengan air sebanyak 110 liter diambil sampel 10 ml tiap 10 menit selama 6 kali. Hasil dari pengamatan didapatkan untuk penurunan nilai kesadahan dengan menggunakan kombinasi zeolit 9 kg dan karbon aktif yaitu 1,4 ppm, 1 ppm, 0,09 ppm, 0,09 ppm, 0,09 ppm, dan 0,09 ppm. Sedangkan untuk hasil penurunan nilai kesadahan dengan ion exchanger kombinasi zeolit 5 kg karbon aktif didapatkan 1,4 ppm, 0,4 ppm, 0,3 ppm, 0,2 ppm, 0,2 ppm, 0,2 ppm. Sehingga dapat disimpulkan penggunaan *Ion Exchanger* kombinasi zeolit 9 kg dan karbon aktif lebih efektif, karena karbon aktif berfungsi sebagai adsorben yang mampu menyerap ion Ca dan Mg yang terkandung dalam air.  
(Kesadahan, *Ion Exchanger*, karbon aktif, resin)

## KATA PENGANTAR

Puja dan puji syukur penyusun panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan hidayah yang senantiasa tercurahkan, sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan baik. Laporan Tugas Akhir ini disusun dan diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan perkuliahan di Program Studi Diploma III Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang.

Dalam penyusunan laporan ini, penyusun banyak mendapat bantuan dan dorongan baik berupa materi maupun non materi dari berbagai pihak. Penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Zainal Abidin, MS selaku Ketua Program Diploma Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, dan selaku dosen wali kelas B angkatan 2012 yang telah memberikan semangat dan doa kepada penyusun.
2. Ibu Ir. Hj. Wahyuningsih, M.Si selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
3. Dr. Eng Vita Paramita, ST. MM. M.Eng selaku Sekretaris Program Studi Diploma III Teknik Kimia Program Diploma Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
4. Bapak M. Endy Yulianto, ST, MT selaku Dosen Pembimbing terima kasih atas bimbingan dan dorongan motivasinya selama ini hingga terselesaikannya Laporan Tugas Akhir ini dengan baik.
5. Bapak, Ibu Dosen Program Studi Diploma III Teknik Kimia atas perhatian, dorongan dan ilmu yang tak ternilai harganya.
6. Bapak dan Ibu yang tak henti-hentinya selalu mendoakan dan memotivasi untuk senantiasa bersemangat dan tak mengenal kata putus asa. Terima

kasih atas segala dukungannya, baik secara material maupun spiritual hingga terselesaikannya laporan ini.

7. Teman-teman mahasiswa Program Studi Diploma III Teknik Kimia Program Diploma Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
8. Semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya laporan ini.

Penyusun sangat menghargai kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan dari laporan ini. Penyusun sangat berharap agar laporan ini dapat bermanfaat bagi penyusun, pembaca dan masyarakat pada umumnya. Terima kasih.

Semarang, 06 Juli 2015

Penyusun

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
INTISARI .....	iii
PRAKATA .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	ix
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Kesadahan.....	4
2.1.1 Air Sadah Tetap.....	5
2.1.2 Air Sadah Sementara .....	6
2.2 Penggunaan Zeolit .....	6
2.3 Karbon Aktif .....	7
2.4 Prinsip Pertukaran Ion.....	7
2.5 Resin.....	8
2.1.1 Jenis Resin Penukar Ion.....	9
2.1.2 Sifat Resin Penukar Ion .....	13
2.6 Operasi Sistem Pertukaran Ion.....	13
BAB III TUJUAN DAN MANFAAT .....	22
3.1 Tujuan .....	22
3.2 Manfaat .....	22

BAB IV PERANCANGAN ALAT .....	23
4.1 Spesifikasi Perancangan Alat .....	23
4.1.1 Spesifikasi Alat .....	23
4.2 Gambar dan Dimensi Alat .....	24
4.2.1 Gambar Alat .....	24
4.2.2 Dimensi Alat .....	25
4.3 Cara Kerja Alat .....	26
BAB V METODOLOGI .....	27
5.1 Bahan dan Alat yang Digunakan .....	27
5.2 Variabel yang Digunakan .....	28
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN .....	29
6.1 Hasil Pengamatan .....	29
6.2 Hasil Perhitungan Pengujian Alat .....	29
6.3 Pembahasan .....	31
6.3.1 Pengertian Kompleksometri .....	31
6.3.2 Pembahasan Cara Kerja .....	31
6.3.3 Hal-hal yang Mempengaruhi Kompleksometri .....	32
6.3.4 Pembahasan Hasil Analisa .....	33
6.3.4 Perbandingan dengan Jurnal .....	34
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN .....	36
7.1 Kesimpulan .....	37
7.2 Saran .....	37
DAFTAR PUSTAKA .....	39
LAMPIRAN .....	41

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tahapan-tahapan Operasi dalam Sistem Pertukaran Ion .....	14
Gambar 2. Diagram Skematis Sistem 3 Resin-Mixed-Bed .....	19
Gambar 3. Diagram Skematis Bed Bertingkat.....	20
Gambar 4. Alat Ion Exchanger dengan Resin Anion Kation dan Karbon Aktif .....	24
Gambar 5. Grafik Pengaruh Waktu terhadap Penurunan Kesadahan .....	33



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Alat yang Digunakan .....	35
Tabel 2. Bahan yang Digunakan .....	35
Tabel 3. Hasil Pengamatan Sampel Resin Anion Kation dengan Zeolit 9 Kg .....	28
Tabel 4. Hasil Pengamatan Sampel Resin Anion Kation dengan Zeolit 5 Kg .....	28
Tabel 5. Pengaruh Waktu terhadap Kesadahan dengan Zeolit 5 & 9 Kg .....	32
Tabel 6. Prosentase penurunan kesadahan $\text{CaCO}_3$ (total) air tanah setelah melalui zeolit dengan ketebalan 20 cm .....	34
Tabel 7. Prosentase penurunan kesadahan $\text{CaCO}_3$ (total) air tanah setelah melalui zeolit dengan ketebalan 60 cm .....	34