

**OPTIMASI ADSORSI DAN DESORPSI ION LOGAM Cd(II) PADA
ZEOLIT HASIL SINTESIS ABU DASAR BATUBARA TERMODIFIKASI
DITIZON**

Skripsi

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana Kimia**



Oleh:

Abdullah Faqih

11630053

PROGRAM STUDI KIMIA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

YOGYAKARTA

2015

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp :-

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Abdullah Faqih

NIM : 11630053

Judul Skripsi : Optimasi Adsorpsi dan Desorpsi Ion Logam Cd(II) pada Zeolit Hasil Sintesis Abu Dasar Batubara Termodifikasi Ditizon

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Kimia.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut diatas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami menyampaikan terimakasih.

Wassalamu'alaikumwr.wb.

Yogyakarta, 05 September 2015

Pembimbing



Khamidinal, M. Si.

NIP. 19691104 200003 1 002



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Nota Dinas Konsultan Skripsi

Lamp :-

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Abdullah Faqih

NIM : 11630053

Judul Skripsi : Optimasi Adsorpsi dan Desorpsi Ion Logam Cd(II) pada Zeolit Hasil Sintesis Abu Dasar Batubara Termodifikasi Ditizon

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Kimia.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut diatas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami menyampaikan terimakasih.

Wassalamu'alaikumwr.wb.

Yogyakarta, 05 Oktober 2015

Konsultan

Dr. Susi Yunita Prabawati, M.Si
NIP. 19760621 199903 2 005



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Nota Dinas Konsultan Skripsi

Lamp :-

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Abdullah Faqih

NIM : 11630053

Judul Skripsi : Optimasi Adsorpsi dan Desorpsi Ion Logam Cd(II) pada Zeolit Hasil Sintesis Abu Dasar Batubara Termodifikasi Ditizon

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Kimia.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut diatas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami menyampaikan terimakasih.

Wassalamu'alaikumwr.wb.

Yogyakarta, 05 Oktober 2015

Konsultan

Didik Krisdianto, M.Sc.

NIP. 19811111 201101 007

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Abdullah Faqih

NIM : 11630053

Jurusan : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi UIN SunanKalijaga

Judul Skripsi : Optimasi Adsorpsi dan Desorpsi Ion Logam Cd(II) pada Zeolit Hasil Sintesis Abu Dasar Batubara Termodifikasi Ditizon

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa skripsi saya ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya tidak berisi materi yang telah dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain, kecuali dalam bagian tertentu yang saya ambil sebagai acuan. Apabila terbukti ini tidak benar, maka sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya.

Yogyakarta, 21 September 2015

Yang menyatakan



Abdullah Faqih
NIM:11630053



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

FM-UINSK-BM-05-07/R0

PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/3170/2015

Skrripsi/Tugas Akhir dengan judul : Optimasi Adsorpsi dan Desorpsi Ion Logam Cd(II) Pada Zeolit Hasil Sintesis Abu Dasar Batubara Termodifikasi Ditzon

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Abdullah Faqih
NIM : 11630053
Telah dimunaqasyahkan pada : 29 September 2015
Nilai Munaqasyah : A/B
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

Khamidinal, M.Si.
NIP.19691104 200003 1 002

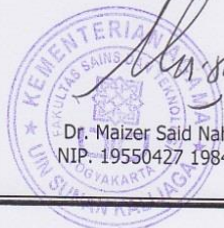
Penguji I

Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si.
NIP. 19760621 199903 2 005

Penguji II

Didik Krisdiyanto, M.Sc.
NIP. 19811111 201101 1 007

Yogyakarta, 8 Oktober 2015
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan



Dr. Maizer Said Nahdi, M.Si.
NIP. 19550427 198403 2 001

MOTTO

Bijaddin Laa Biddin Kullu Majdi Fahal Jaddun Bilaa Jiddin Bimajdi

Segala Sesuatu akan tercapai dengan semangat, kemampuan dan kearifan Tuhan

(Ta'limul Muta'allim)

**Bila kamu tak tahan lelahnya belajar, maka kau harus tahan perihnya
kebodohan (Imam Syafi'i)**

**Siapapun yang Tidak Pernah Berbuat Kesalahan, maka Tidak Akan Pernah
Menemukan Sesuatu Yang Baru**

(Albert Einstein)

Jika Kamu Berfikir Kamu Bisa, Kamu Benar &

Jika Kamu Berfikir Kamu tidak Bisa Bisa, Kamu Juga Benar

(Hanry Vord)

Life is like reading a bicycle, to keep your balance, you must keep moving

(Albert Eintein)

**Jika Kamu Belum Sanggup Memberikan Manfaat Kepada Orang Lain,
maka Usahakan Untuk Menjadi Orang yang Tidak Menyusahkan**

(Abdullah Faqih)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur atas rahmat dan nikmat dari Allah
SwT & Rasulullah Muhammad SAW Kupersembahkan karya
sederhana ini untuk almamater:

Program Studi Kimia

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta

KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian di Laboratorium Terpadu UIN Sunan Kalijaga dengan lancar dan tidak ada halangan apapun. Sholawat dan salam tak lupa penulis sanjungkan kepada Nabi Muhammad SAW, atas rahmad-Nya skripsi dengan judul “ Optimasi Adsorpsi dan Desorpsi Ion Logam Cd(II) pada Zeolit Hasil Sintesis Abu Dasar Batubara Termodifikasi Ditizon” telah selesai disusun guna memenuhi persyaratan mencapai derajat sarjana S-1 Program Studi Kimia.

Penulisan karya tulis ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, tak lupa penulis penulis menyampaikan rasa terimakasih kepada:

1. Ibu Dr. Hj. Maizer Said Nahdi, M.Si. Selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si. Selaku Ketua Program Studi Kimia
3. Bapak Khamidinal, M.Si. dan Bapak Didik Krisdiyanto, M.Sc. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah membimbing dan memberikan saran selama proses penyusunan skripsi.
4. Seluruh dosen Program Studi Kimia yang sudah memberikan ilmunya.
5. Bapak Wijayanto, S.Si., Bapak Indra Nafianto, S.Si., dan Ibu Isni Gustanti, S.Si., Selaku laboran Laboratorium Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
6. Keluarga penyusun. Bapak Kasmito, Ibu Asnah, dan adek tercinta Yuyun Safitri Cahyani Arumsari. Terimakasih atas segala pengorbanan, kasih sayang, dan dukungan lahir batin yang menjadikan semangat penulis sampai saat ini.

7. Tini Nurmilasari yang tak pernah lelah menemani dan memberi semangat.
8. Sahabat-sahabat seperjuangan relawan Al-Mukhlisun Ikhsan Rizal S.Pd.I., Ozi, S.Pd.I., Cholilul Umam, M. Zainul Musthofa, duo Sidiq, Sahrul Serta kakak Fathurrahman S.H.I, Semoga kita menjadi orang yang ikhlas lahir batin.
9. Sahabat-sahabat Prodi Kimia 2011 Asrel, Ade, Nasik, Agung, Heru, Sofi, dan semuanya yang tidak bisa saya sebut satu per satu, terkhusus buat kelompok zeolit (Riandi S.Si., Fahrul S.Si., Yuli S.Si., Yuan, Gesyth, Indra, Firli, dan Mumuh), terimakasih untuk segala kebersamaan dan bantuan-Nya.
10. Sahabat-sahabat KKN 83KP103 yai Syauki, Akib, Fizi, Nimas, Indah, Imus dan Isna, bersama kalian aku belajar berkorban untuk masyarakat.
11. Sahabat-sahabat ASSAFFA (Bidikmisi 2011)
12. Sahabat-sahabat IPA MAHABA 2011

Semoga segala bantuan yang diberikan kepada penulis mendapat balasan dari Allah SWT. Akhir kata Penulis menyadari, dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, Kritik dan saran sangat diharapkan demi kemajuan perkembangan ilmu kimia di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan umumnya pembaca sekalian.

Yogyakarta, 08 September 2015
Penulis

Abdullah Faqih

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	v
PENGESAHAN SKRIPSI / TUGAS AKHIR	vi
MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
ABSTRAK	xvii
BAB I	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah.....	4
C. Rumusan Masalah	5
D. Tujuan Penelitian	5
E. Manfaat Penelitian	6
BAB II.....	Error! Bookmark not defined.
A. Tinjauan Pustaka	Error! Bookmark not defined.
B. Landasan Teori.....	Error! Bookmark not defined.
1. Abu Dasar Batubara	Error! Bookmark not defined.
2. Zeolit	Error! Bookmark not defined.
3. Sintesis Zeolit	Error! Bookmark not defined.
4. Ditizon.....	Error! Bookmark not defined.
5. Modifikasi Zeolit dengan Ditizon	Error! Bookmark not defined.
6. Logam Cd(II).....	Error! Bookmark not defined.

7. Adsorpsi.....	Error! Bookmark not defined.
8. XRF (<i>X-Ray Fluorescence</i>)	Error! Bookmark not defined.
9. <i>X-ray Diffraction</i> (XRD)	Error! Bookmark not defined.
10. <i>Gas Sorption Analyzer</i> (GSA)	Error! Bookmark not defined.
11. Atomic Absorption Spectroscopy (AAS)	Error! Bookmark not defined.
C. Hipotesis.....	Error! Bookmark not defined.
D. Rancangan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
BAB III	Error! Bookmark not defined.
A. Waktu dan Tempat Penelitian	Error! Bookmark not defined.
B. Alat-alat Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
C. Bahan Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
D. Cara Kerja Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1. Preparasi Awal Abu Dasar	Error! Bookmark not defined.
2. Peleburan dengan NaOH	Error! Bookmark not defined.
3. Sintesis Z-AD	Error! Bookmark not defined.
4. Modifikasi ZD	Error! Bookmark not defined.
5. Uji Adsorpsi Logam Cd(II)	Error! Bookmark not defined.
6. Desorpsi.....	Error! Bookmark not defined.
BAB IV	Error! Bookmark not defined.
A. Karakterisasi Abu Dasar Batubara	Error! Bookmark not defined.
1. Karakterisasi Menggunakan <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF)	Error! Bookmark not defined.
2. Karakterisasi Menggunakan <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR)	Error! Bookmark not defined.
3. Karakterisasi Menggunakan <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	Error! Bookmark not defined.
B. Sintesis dan Karakterisasi Zeolit dan Zeolit Termodifikasi Ditizon...	Error! Bookmark not defined.
1. Sintesis zeolit.....	Error! Bookmark not defined.
2. Karakterisasi Menggunakan <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF)	Error! Bookmark not defined.

3.	Karakterisasi Menggunakan <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR)	Error! Bookmark not defined.
4.	Karakterisasi Menggunakan <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	Error! Bookmark not defined.
5.	Karakterisasi Menggunakan <i>Gas Sorption Analyzer</i> (GSA).....	Error! Bookmark not defined.
C.	Uji Adsorpsi Logam Cd(II).....	Error! Bookmark not defined.
1.	Pengaruh pH Larutan pada Adsorpsi logam Cd(II)	Error! Bookmark not defined.
2.	Pengaruh Waktu Kontak pada Adsorpsi logam Cd(II)	Error! Bookmark not defined.
3.	Penentuan Kinetika Adsorpsi logam Cd(II)	Error! Bookmark not defined.
4.	Penentuan Konsentrasi Awal Adsorpsi Logam Cd(II).	Error! Bookmark not defined.
5.	Isoterm Adsorpsi	Error! Bookmark not defined.
6.	Pengaruh Suhu pada Adsorpsi Logam Cd(II)	Error! Bookmark not defined.
7.	Penentuan Termodinamika Adsorpsi	Error! Bookmark not defined.
D.	Uji Desorpsi Logam Cd	Error! Bookmark not defined.
BAB V		38
A.	Kesimpulan	38
B.	Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA		40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Kerangka zeolit	12
Gambar 2.2. Topologi pembangunan skunder zeolit	13
Gambar 2.3. Struktur ditizon	17
Gambar 2.4. Difraksi Sinar-X.....	25
Gambar 2.5. Klasifikasi Isoterm Adsorpsi	28
Gambar 4.1. Spektra IR abu dasar batubara	39
Gambar 4.2. Difraktogram abu dasar hasil refluks	41
Gambar 4.3. kemungkinan ikatan zeolite termodifikasi ditizon dengan ion logam Cd(II)	45
Gambar 4.4. Zeolit sintesis dan zeolit termodifikasi ditizon	49
Gambar 4.5. Hasil FTIR ZAD dan ZD	50
Gambar 4.6. Pola XRD ZAD dan ZD	54
Gambar 4.7. Garis hysteresis loops ZAD dan ZD	56
Gambar 4.8. Grafik distribusi ukuran pori ZAD dan ZD	58
Gambar 4.9. Grafik pengaruh pH terhadap adsorpsi logam Cd(II) ..	60
Gambar 4.10. Grafik Pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi logam Cd(II)	62
Grafik 4.11. Grafik pseudo ordo satu ZAD (a) dan ZD (b)	64
Grafik 4.12. Grafik pseudo ordo dua ZAD (a) dan ZD (b)	64
Grafik 4.13. Grafik pengaruh konsentrasi terhadap adsorpsi logam Cd(II)	66

Grafik 4.14.	Grafik isoterm langmuir pada ZAD (a) dan ZD (b)	67
Grafik 4.15.	Grafik isoterm freundlich pada ZAD (a) dan ZD (b) ...	68
Grafik 4.16.	Grafik pengaruh suhu terhadap adsorpsi logam Cd(II)	70
Grafik 4.17.	Grafik termodinamika adsorpsi pada ZAD dan ZD	71



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	komposisi senyawa dalam abu dasar batubara	11
Tabel 2.2.	Pola Spektra IR pada zeolit.....	24
Tabel 4.1.	Komposisi senyawa dalam abu dasar	37
Tabel 4.2.	Interpretasi spektra IR abu dasar	39
Tabel 4.3.	Komposisi senyawa dalam ZAD dan ZD	46
Tabel 4.4.	Interpretasi spektra IR pada ZAD dan ZD.....	52
Tabel 4.5.	Interpretasi XRD pada ZAD dan ZD.....	55
Tabel 4.6.	Data luas permukaan, volume total pori, dan jari-jari pori ZAD dan ZD	57
Tabel 4.7.	Presentase distribusi pori ZAD dan ZD.....	59
Tabel 4.8.	Model kinetika adsorpsi ZAD dan ZD	66
Tabel 4.9.	Model isoterm adsorpsi ZAD dan ZD	69
Tabel 4.10.	Model termodinamika adsorpsi ion logam Cd(II)	71
Tabel 4.11.	Data hasil desorpsi logam Cd pada ZAD dan ZD	73

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan distribusi pori	83
Lampiran 2. Perhitungan variasi pH	84
Lampiran 3. Perhitungan variasi waktu kontak dan pseudo ordo reaksi	85
Lampiran 4. Perhitungan variasi konsentrasi dan penentuan isotherm adsorpsi	90
Lampiran 5. Perhitungan variasi suhu dan termodinamika.....	96
Lampiran 6. Perhitungan persen desorpsi	100
Lampiran 7. Data XRF AD, ZAD, dan ZD	101
Lampiran 8. Data FTIR AD, ZAD, dan ZD	104
Lampiran 9. Data XRD AD, ZAD, dan ZD	106
Lampiran 10. Data GSA ZAD dan ZD	108
Lampiran 11. JCPDS	110

ABSTRAK

OPTIMASI ADSORPSI DAN DESORPSI ION LOGAM Cd(II) PADA ZEOLIT HASIL SINTESIS ABU DASAR BATUBARA TERMODIFIKASI DITIZON

Oleh:

Abdullah Faqih

11630053

Dosen Pembimbing : Khamidinal, M.Si. dan Didik Krisdiyanto, M.Sc.

Telah dilakukan modifikasi dengan ditizon pada zeolit yang disintesis dari abu dasar batubara melalui metode peleburan hidrotermal untuk adsorpsi logam Cd(II). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan ditizon pada zeolit sintesis, dan mengetahui kapasitas adsorpsi pada zeolit sintesis dan zeolit termodifikasi ditizon terhadap logam Cd(II).

Abu dasar batubara hasil refluks dikarakterisasi menggunakan XRF, FTIR, dan XRD. Abu dasar direfluks, kemudian peleburan secara hidrotermal dilakukan pada suhu 100 °C selama 12 jam. Karakterisasi zeolit sintesis dan zeolit termodifikasi ditizon dilakukan dengan menggunakan XRF, FTIR, XRD, dan GSA. Parameter yang diteliti yaitu: pengaruh pH, waktu kontak, konsentrasi awal, dan suhu dengan menggunakan metode *batch*.

Hasil Uji menggunakan XRF, FTIR, dan XRD menunjukkan abu dasar mengandung kuarsa dan mulit (Si/Al=9,7). Produk dari peleburan secara hidrotermal menunjukkan adanya serapan IR spesifik zeolit pada panjang gelombang 300-1250 cm^{-1} , serta ditemukan juga gugus -NH dan -SH ditizon pada hasil IR zeolit termodifikasi ditizon. Karakterisasi menggunakan XRD menunjukkan telah terbentuk zeolit dengan struktur menyerupai zeolit X, zeolit A, zeolit sodalit, zeolit Na-P, serta ditemukan adanya difaktogram dari ditizon. Hasil dari GSA menunjukkan penambahan ditizon pada zeolit menyebabkan penurunan luas permukaan spesifik dan volume total pori material. Kondisi optimum adsorpsi logam cd(II) tercapai pada pH 6, waktu 60 menit, konsentrasi 20 mg/L, dan suhu 40 °C untuk zeolit, dan pH 6, waktu 80 menit, konsentrasi 10 mg/L dan suhu 60 °C. Kinetika adsorpsi mengikuti model pseudo orde kedua dengan nilai konstanta laju untuk zeolit sintesis sebesar -0,97 g/mg.min^{-1} dan zeolit termodifikasi ditizon sebesar 0,0291 g/mg.min^{-1} . Keseimbangan adsorpsi logam Cd(II) mengikuti model isoterm langmuir dengan kapasitas adsorpsi sebesar 1,19 mg/g pada zeolit sintesis dan 2,35 mg/g pada zeolit termodifikasi ditizon. Desorpsi logam Cd(II) pada zeolit sintesis dan zeolit termodifikasi ditizon terbesar didapatkan pada pelarut HCl dengan nilai persen desorpsi 64,82% pada zeolit sintesis dan 39,14% pada zeolit termodifikasi ditizon.

Kata kunci: Abu dasar, ditizon, sintesis zeolit, ion Cd(II).

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan dunia industri banyak memberikan dampak terhadap kehidupan manusia, baik yang positif maupun yang negatif. Dampak positifnya adalah banyaknya perkembangan di bidang iptek, perdagangan, dan jasa yang semakin memudahkan manusia dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari, sedangkan dampak negatifnya adalah dihasilkannya bahan pencemar dari limbah industri-industri yang banyak berkembang, salah satunya yang banyak menjadi perhatian manusia adalah ion-ion logam berat. Menurut Darmono (2006), logam berat yang berbahaya bagi lingkungan adalah Merkuri (Hg), timbal (Pb), kadmium (Cd), krom (Cr), nikel (Ni), dan arsen (As).

Ion logam kadmium(II) merupakan ion logam berat yang berpotensi sebagai polutan bagi lingkungan perairan, sehingga perlu diupayakan untuk menurunkan atau mengurangi kadarnya. Menurut Pearson Shiver (1990), ion Cd(II) merupakan asam lunak sehingga lebih suka berinteraksi dengan basa lunak.

Adsorpsi adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengurangi kadar ion logam berat di alam. Adsorpsi dapat dilakukan dengan menggunakan material berpori baik alami maupun sintetik. Zeolit adalah material anorganik yang mempunyai struktur berpori dengan kerangka tiga dimensi dan tersusun dari tetrahedral aluminosilikat yang mempunyai muatan negatif pada permukaannya. Bagian permukaan zeolit sangat luas, sehingga sangat baik jika

digunakan sebagai adsorben, dalam hal ini digunakan untuk mengadsorpsi ion logam Cd(II).

Disisi lain batubara merupakan salah satu sumber energi alternatif yang ada di Indonesia. Dipilihnya batubara sebagai sumber energi ini dikarenakan batubara relatif lebih murah dibandingkan dengan sumber energi yang lain, dan merupakan negara yang memiliki sumber batubara yang sangat melimpah, sehingga menjadi sumber energi alternatif yang sangat potensial.

Data Badan Usaha Milik Negara (BUMN) menangani pendistribusian batubara menunjukkan penggunaan batubara di Indonesia mencapai 14,1% dari total penggunaan energi lain pada tahun 2003. Diperkirakan pula penggunaan batubara akan terus mengalami peningkatan hingga mencapai 34,6 % pada tahun 2025 (Fatakh,2008). Sehingga dalam penelitian ini akan digunakan bahan abu dasar batubara (*bottom ash*) sebagai salah satu langkah dalam mengurangi hasil samping penggunaan batubara yang semakin meningkat.

Hasil samping (limbah) penggunaan batubara sebagai sumber energi alternatif yang dapat mengganggu kehidupan manusia dan lingkungan diantaranya yaitu: Gas CO₂, NO_x, CO, dan SO₂, hidrokarbon dan limbah padat berupa abu layang (*fly ash*) dan abu dasar (*bottom ash*) yang mengandung komponen silika dan alumina, sehingga limbah padat ini sering digunakan sebagai bahan dasar dalam sintesis zeolit. Menurut Kula (2008), didalam abu layang terdapat kandungan Si dan Al sebesar 56,13% dan 18,49%, sedangkan dalam abu dasar terdapat Si dan Al sebesar 50,58% dan 14,99%. Oleh karena itu abu layang dan abu dasar sering digunakan sebagai geopolimer, adsorben zeolit dan lain-lain.

Zeolit digolongkan menjadi dua, yaitu zeolit alam dan zeolit sintesis. Zeolit alam ditemukan secara alami terbentuk dari proses alamiah, sedangkan zeolit sintesis merupakan zeolit yang disintesis dari bahan-bahan yang mengandung komponen silika dan alumina, kondisi sintesis tergantung pada komposisi material yang digunakan, ukuran partikel, morfologi dan sebagainya.

Sintesis abu dasar menjadi zeolit dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai macam metode, tapi karena tingkat kemudahan dan keberhasilan yang sangat tinggi terdapat dua metode yang sering digunakan, yaitu: metode hidrotermal langsung dan peleburan alkali yang diikuti proses hidrotermal. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Yanti (2009), yang mensintesis zeolit dengan metode peleburan diikuti proses hidrotermal, dan dihasilkan zeolit A yang mempunyai kristalinitas dan kemurnian yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan metode hidrotermal langsung. Londar *et al.* (2011), juga melakukan sintesis zeolit dari abu dasar batubara dengan menggunakan metode hidrotermal dan membandingkan pengaruh penambahan karbon terhadap pembentukannya, dan dihasilkan semakin banyak karbon yang ditambahkan pada abu dasar, dapat mempengaruhi proses pembentukan zeolit dan kapasitas tukar kation (KTK).

Dalam efektifitasnya sebagai adsorben zeolit ini dapat dimodifikasi dengan penambahan ligan, untuk meningkatkan kapasitas retensi dan selektifitasnya. Seperti telah dilakukan oleh Mudasir *et al.*, (2007), berhasil memodifikasi zeolit alam asal Wonosari, dengan menggunakan ditizon, dikarenakan pada ligan ditizon mempunyai atom donor -N, -NH dan -SH, hal ini membuatnya lebih selektif membentuk kompleks dengan logam Pb, Cd, dan Hg.

Adapun dalam penelitian ini digunakan zeolit sintesis dari abu dasar batubara, dan dimodifikasi dengan ditizon, dengan tujuan zeolit sintesis yang telah dimodifikasi dengan ditizon ini dapat mengadsorp logam berat lebih banyak.

Berdasarkan uraian diatas tentang pemanfaatan abu dasar sebagai bahan dasar sintesis zeolit dan aplikasinya sebagai adsorben maka dalam penelitian ini akan dilakukan penelitian tentang adsorpsi ion logam Cd(II) menggunakan zeolit yang disintesis dari abu dasar batubara dan zeolit sintesis yang dimodifikasi dengan ditizon dengan tujuan akan terjadi peningkatan kapasitas adsorpsi zeolit terhadap ion logam Cd(II). Selanjutnya dilakukan karakterisasi abu dasar (AD), Zeolit sintesis (Z-AD), dan zeolit ditizon (ZD), dan dilakukan adsorpsi dengan memperhatikan pengaruh pH, kinetika adsorpsi, isoterm adsorpsi, dan termodinamika adsorpsi.

B. Batasan Masalah

Agar mempermudah dalam penelitian, maka diperlukan adanya batasan masalah, sebagai berikut:

1. Abu dasar batubara yang digunakan berasal dari pabrik spirtus Madukismo Yogyakarta.
2. Sintesis zeolit dilakukan dengan perlakuan awal refluks dengan HCl, peleburan dengan NaOH yang dilanjutkan dengan metode hidrotermal.
3. Variasi yang dilakukan adalah waktu kontak, konsentrasi awal, suhu, dan pH
4. Jenis ligan yang digunakan adalah ditizon
5. Ion logam yang digunakan adalah Cd(II)

6. Karakterisasi AD menggunakan Spektrofotometer *Fourier Transform Infra Red* (FTIR), *X-ray Diffraction* (XRD) dan *X-Ray Fluorescence* (XRF) sedangkan karakteristik Z-AD dan ZD diteliti menggunakan Spektrofotometer *Fourier Transform Infra Red* (FTIR), *X-ray Diffraction* (XRD), *X-Ray Fluorescence* (XRF) dan *Gas Sorption Analyzer* (GSA).

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik abu dasar batubara (AD), zeolit sintesis (Z-AD) dan zeolit ditizon (ZD)?
2. Bagaimana pengaruh waktu kontak, konsentrasi awal, suhu, dan pH terhadap adsorpsi ion logam Cd(II) pada zeolit sintesis (Z-AD) dan zeolit ditizon (ZD)?
3. Bagaimana kinetika, kesetimbangan dan termodinamika adsorpsi zeolit sintesis (Z-AD) dan zeolit ditizon (ZD) terhadap ion logam Cd(II)?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah:

1. Mengetahui karakteristik abu dasar batubara (AD), zeolit sintesis (Z-AD) dan zeolit ditizon (ZD).
2. Mengetahui pengaruh waktu kontak, konsentrasi awal, suhu, dan pH terhadap adsorpsi ion logam Cd(II) pada zeolit sintesis (Z-AD) dan zeolit ditizon (ZD).

3. Mengetahui kinetika, kesetimbangan dan termodinamika adsorpsi zeolit sintesis (Z-AD) dan zeolit ditizon (ZD) terhadap ion logam Cd(II).

E. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan informasi mengenai sintesis zeolit dari abu dasar batubara berupa teknik preparasinya menggunakan metode peleburan-hidrotermal.
2. Memberikan informasi mengenai karakteristik abu dasar batubara (AD), zeolit sintesis (Z-AD) dan zeolit ditizon (ZD).
3. Memberikan informasi tentang kemampuan zeolit sintesis (Z-AD) dan zeolit ditizon (ZD) terhadap adsorpsi ion logam Cd(II).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Karakterisasi Abu dasar, zeolit dan zeolit termodifikasi ditizon adalah:
 - a. Abu dasar mengandung Si/Al dengan rasio mol (9,7). Selain itu ditemukan bilangan 300-1250 cm^{-1} , serta ditemukan juga difaktogram SiO_2 dalam bentuk kuarsa dan Al_2O_3 dalam bentuk mulit pada data XRD.
 - b. Zeolit yang dihasilkan memiliki tipe mirip: zeolit X, zeolit A, zeolit Na-P dan zeolit Sodalit. Spektra IR muncul pada bilangan gelombang 300-1300 cm^{-1} , menunjukkan komposisi dan cara setiap tetrahedral SiO_4^{4-} dan AlO_4^{5-} berikatan.
 - c. Karakterisasi zeolit termodifikasi ditizon ditunjukkan adanya serapan $-\text{SH}$ dan $-\text{NH}$. Serta ditemukan serapan baru pada XRD yang menunjukkan adanya ditizon. Luas permukaan spesifik zeolit sintesis mengalami penurunan dengan penambahan ditizon, dan terjadi peningkatan SO_3 pada data XRF.
2. Kondisi optimum adsorpsi logam Cd(II) tercapai pada pH 6, waktu 60 menit, konsentrasi 20 mg/L pada zeolit, dan suhu 40 $^{\circ}\text{C}$ untuk zeolit, dan pH 6, waktu 80 menit, konsentrasi 10 dan suhu 60 $^{\circ}\text{C}$ pada zeolit termodifikasi ditizon.
3. Kinetika adsorpsi mengikuti model pseudo orde kedua dengan nilai konstanta laju untuk zeolit sintesis dan zeolit termodifikasi ditizon sebesar -0,97 dan 0,0291 g/mg.min^{-1} . Keseimbangan adsorpsi logam Cd(II) mengikuti model isotherm langmuir dengan kapasitas adsorpsi zeolit dan zeolite termodifikasi ditizon sebesar 1,19 dan 2,35 mg/g.

B. Saran

1. Perlu dilakukan karakterisasi lebih lanjut terhadap zeolit sintesis dan zeolit termodifikasi ditizon menggunakan SEM atau TEM
2. Perlu dilakukan adsorpsi pada limbah industri, sehingga diketahui secara jelas aplikasi penggunaan zeolit dalam menanggulangi limbah
3. Melakukan uji desorpsi dengan variasi konsentrasi HCl, NaOH, dan Na₂EDTA sehingga diketahui kondisi optimum desorpsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiningtyas, Z. 2012. Optimisasi Adsorpsi Ion Pb(II) Menggunakan Zeolit Alam Termodifikasi Ditizon. *Skripsi*. Departemen Kimia FMIPA. Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Atkins, P.W. 1999. *Kimia Fisika Jilid 1*. Edisi Keempat. Penerjemah: Irma I Kartohadiprojo, Rohhadyan T, Hadiyana K, editor. Jakarta: Erlangga.
- Atminingsih, H. 2009. Sintesis Zeolit dari Abu Dasar Batubara dengan Metode Hidrotermal Langsung. *Tesis*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.
- Anaraki, M., Alireza, N. 2014. Modification of clinoptilolite nanoparticels by a cationic surfactant and dithhizone for removal of Pb(II) from aqueous solution. *J Collid Interface Sci*. 440: 1-310.
- Bahri, S. 2010. Isoterm dan Termodinamika Adsorpsi Kation Cu^{2+} Fasa Berair pada Lempung Cengar Terpilar. *Jurnal Natur Indonesia*. 1. 14. 7-13.
- Bilba, D., Bejan, D., dan Tofan, L. 1998. Chelating Sorbents in Inorganic Chemical Analysis. *Croatica Chem. Acta*. 71. 155-178.
- Breck, D.W. 1974. *Zeolite Molecular Sieves: Structure, Chemistry and Use*. New York: John Wiley & Sons.
- Carasek, E., Tonjes, J.W., dan Scharf, M. 2002. A new Method of Microvolume Backtitration Procedure for Enrichment of Pb and Cd and Determination of Flame Atomic Absorption Spectrommeter. *Talanta*. 56. 185-191.
- Castellan, G.W. 1982. *Physical Chemistry 3rd Edition*. Genera: New York.
- Chang, H.L., dan Shih, W.H. 2000. Synthesis of Zeolites A and X from Fly Ashes and Their Ion-Exchange Behavior with Cobalt Ions. *Industrial Engineering Chemistry Res*. Vol. 39. hal. 4185-4191.
- Chang, H.L., dan Shih, W. H. 1998. A General Method for the Conversion of Fly Ash into Zeolites as Ion Exchangers for Cesium. *Ind Eng Chem Res*. 37: 71-78.
- Chang, R. 2005. *Kimia Dasar: Konsep-konsep Inti Jilid 2 / Edisi Ketiga*. Penerjemah: Suminar Setiati Achmadi, Ph.D. Jakarta: Erlangga

- Chen, A., Chen, S. 2009. Biosorption of azo dyes from aqueous solution by glutaraldehyde-crosslinked chitosans. *J Hazard Mater.* 172: 1111–1121.
- Chunfeng, W. 2009. Evaluation of Zeolites Synthesized from Fly Ash Potential Adsorbents for Wastewater Containing Heavy Metals. *Journal of Environmental Sciences*, P. 127-136.
- Claudia, B., Cavalcante, F., Di Gennaro, S. 2014. Removal of Mn from Aqueous Solution Using Fly Ash and Its Hydrothermal Synthetic Zeolite. *Journal of Environmental Management*. 137. 16-22.
- Costa, A.C.S., Lopes, L., Korn, M.D.G.A., Portela, JG. 2002. Separation and preconcentration of cadmium, copper, lead, nickel by solid-liquid extraction of their cocrystallized naphthalene ditizon chelate in saline matrices. *J Braz ChemSoc.* 5. 674-678.
- Dyer, A. 1988. *An Introduction to Zeolite Molecular Sieves*. John Wiley and Sons Ltd: Chichester, England.
- Erdem, E., Karapinar, N., Donat, R. 2004. The Removal of Heavy Metal Cations by Natural Zeolites. *J Collid Interface Sci.* 280: 309-314.
- Faridah, A.M., Widiastuti, N., Prasetyoko, D. 2012. Karakterisasi Abu Dasar PLTU Paiton: Pengaruh Perlakuan Magnet, HCl dan Fusi dengan NaOH. *Prosiding Seminar Nasional Kimia UNESA 2012*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember. 978-979-028-550-7.
- Fatimah, Is. 2013. *Kinetika Kimia*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Fatimah, Is. 2014. *Adsorpsi dan Katalisis Menggunakan Material Berbasis Clay*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Firdaus, 2007. Pembakaran Batubara. <http://www.batubara.go.id>, diakses pada tanggal 19 Maret 2015.
- Flanigen, E.M., Khatami, H., Szymanski, H.A. 1971. Infrared Structural Studies of Zeolite Framework, Molecular Sieves Zeolite-1. *American Society Advanced in Chemistry Series*. No. 102. 201-227.
- Flanigen, E.M., Van Bekkum, H., Jansen, J.C. 1991. Introduction to Zeolite Science and Practice, Studies in surface science and catalysis. *Elsevier Science Publishers B.V.* Vol. 58. hal. 0-444-88969-8.

- Gadd, G.M. 2000. Bioremedial Potential of Microbial Mechanism of Metal Mobilization and Immobilization. *Current Opinion in Biotechnology*. 11. 271-279.
- Hamdan, H. 1992. *Introduction to Zeolites: Synthesis, Characterization, and Modification*. Universiti Malaysia: Malaysia.
- Hannjanatri, S. 2014. Adsorpsi logam Pb^{2+} pada limbah Cair Accu Zuur PT. Muhtomas. *Skripsi*. Fak Sains dan Teknologi. UIN Sunan Kalijaga: Yogyakarta.
- Hargian, S. 2015. Sintesis zeolit dari abu dasar batubara dengan variasi waktu kalsinasi abu dasar secara hidrotermal dan uji adsorpsi terhadap logam Cd(II). *Skripsi*. Fak Sains dan Teknologi. UIN Sunan Kalijaga: Yogyakarta.
- Hendrawan, A. 2010. Adsorpsi Unsur Pengotor Larutan Natrium Silikat Menggunakan Zeolit Alam Karangtungal. *Skripsi*. Fak Sains dan Teknologi. UIN Syarif Hidayatullah: Jakarta.
- Hessley, R.K., Reasoner, J.W., dan Riley, J.T. 1986. *Coal Science, An Introduction to Chemistry, Technology and Utilization*. Mc Graw Hill Publishing Company Limited: London.
- Ho, Y.S., Mc Kay, G., Wase, D.A.J., Foster, C.F. 2000. Study of the Sorption of Divalent Metal Ions onto Peat. *Adsorp. Sci. Technology*. 18. 639-650.
- Hwang, Y.J. 2000. Photoactivity of CdS Particles Grown in Pt loaded Zeolite Y. *Bull. Korean Chem. Soc.* Vol. 21. No. 2.
- Indriati, N. 2012. Imobilisasi Nano Au pada Zeolit Alam serta Modifikasinya dengan Asam 11-Merkapto Undekanoat dan L-Sistein untuk Adsorpsi Ion Logam Berat. *Skripsi*. Fakultas MIPA. Universitas Indonesia: Jakarta.
- Ismunandar, 2006. *Padatan Oksida Logam Struktur, Sintesis, dan Sifat – sifatnya*. ITB: Bandung.
- Jamaluddin, A. 2007. Penggunaan Sinar-X untuk Analisa Sampel. <http://anifjamaluddin.blogspot.com/2007/06/Penggunaan-Sinar-X-untuk-Analis-Sampel.html>. Diakses pada tanggal 20 Februari 2015.
- Jumaeri, W. Astuti dan W.T.P. Lestari. 2007. Preparasi dan Karakterisasi Zeolit dari Abu Layang Batubara Secara Alkali Hidrotermal. *Reaktor*, Vol. 11. No. 1. 38-44.

- Ji-Whan., Gi-Chun, Han. 2006. Zeolite Synthesis from Coal Bottom Ash for Recycling as an Absorbent of Heavy Metals. *Materials Science Forum* Vols. 510-511. pp. 626-629.
- Kalapathy, U., dan Proctor, A., 2000, A Simple Method For Production of Pure Silica From Rush Hull Ash, *Bioresource Technology*. 73. 252-257.
- Khopkar, S.M. 2003. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Terjemahan A. Saptoraharjo. UI Press: Jakarta.
- Koller, H. 1997. ^{13}C and ^{23}Na Solid-State NMR Study on Zeolite Y Loaded with $\text{Mo}(\text{CO})_6$. *J. Phys. Chem. B*. 1997. 101. 1754-1761. Netherlands: Eindhoven University of Technology.
- Kula, O. 2000. Effects of Colemanite Waste, Coal Bottom Ash and Fly Ash on The properties of cement. *Journal of cement and concrete research*. pp. 491-494.
- Kurama, H., Zimmer, A., dan Reschetilowski, T. 2002. Chemical Modification Effect on the Sorption Capacities of Natural Clinoptilolite. *Chem. Eng. Technology*. 25. 301-305.
- Lagergren. S. 1899. *Zur Theorie der Sogenannten Adsorption Geloster Stoffe*. *Kungliga Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar*. 24. 1-39.
- Las, T. 2005. Potensi zeolit untuk mengolah limbah industri dan radioaktif. <http://www.batan.go.id/ptlr/11id/?q=content/potensi-zeolit-untuk-mengolah-limbah-industri-dan-radioaktif.html>. Diakses tanggal 16 Desember 2014.
- Lukman, T. 2015. Pengaruh Kalsinasi Terhadap Pembentukan Zeolit dari Abu Dasar Batubara Melalui Peleburan-Hidrotermal untuk Adsorpsi Logam Cu(II). *Skripsi*. UIN Sunan Kalijaga: Yogyakarta.
- Lowell, S., dan Shields, J.E. 1984. *Powder Surface Area and Porosity* 2nd ed. Chapman and Hall Ltd: London.
- Mahmoud, M.E., Osman, M.M., Hafez, O.F., Hegazi, A.H., Elmelegy, E. 2010. Removal and preconcentration of lead (II) and other heavy metals from water by alumina adsorbents developed by surface adsorbed-dithizone. *Desalination*. 251: 123–130.
- Marczenko, Z. 1986. *Separation and Spectrophotometric Determination of Elements*. Ellis Horwood Limited: England.

- Monsalve, A.G. 2004. *Active Acid Sites in Zeolite Catalyzed Iso-butane/cis-2-Butene Alkylation*. Germany: Institut für Technische Chemie der Technischen Universität München Lehrstuhl II.
- Morisson, G.H., dan Freiser, H. 1996. *Solvent Extraction in Analytical Chemistry*. John Willey & Sons Inc: New York.
- Mudasir., Siswanta, D. 2007. Adsorption Characteristics of Pb(II) and Cd(II) Ions on Dithizone loaded Natural Zeolite. *J Ion Exchange*. Vol. 18 No. 4.
- Mudasir., Raharjo, G., Tahir. I., Wahyuni, E. 2008. Immobilization of Dithizone onto Chitin Isolated from Prawn Seawater Shells (*P. merguensis*) and its Preliminary Study for the Adsorption of Ion Cd(II). *Journal of Physical Science*. Vol. 19. 63–78.
- Mufrodi, Z., Sutrisno, B., Hidayat, A. 2010. Modifikasi Limbah Abu Layang sebagai Material Baru Adsorben. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengelolaan Sumber Daya Alam Indonesia*. ISSN 1693-4393.
- Muhlisin, M.Z. 2008. Kajian Pengaruh Variasi Rasio Si/Al dan Variasi Kation Terhadap Perubahan Ukuran Pori Zeolit Y dengan Menggunakan Metode Mekanika Molekuler. *Skripsi*. FMIPA UNNES: Semarang.
- Natush, D.F.S dan Taylor, D.R. 1980. *Environmental effects of western coal combustion: part IV*. Duluth M N: Environmental Research Laboratory.
- Nezio, M.S.D., Palomeque, M., Band, B.S.F. 2005. Automated flow-injection method for cadmium determination with preconcentration and reagent preparation online. *Quim. Nova*. 1: 145-148.
- Nuryono, E.S. Kunarti., dan Narsito. 2000. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi* III. 2. 41-51.
- Ojha, K., Sig, Y., dan Wha, S.A. 2004. Zeolit From Fly Ash: Synthesis and Characterization, Bull, Mater. *Indian Academy of Sciences*. 27. 555-564.
- Oscik, J. 1982. *Adsorption*. Ellis Harwood Limited: England.
- Oter, O., dan Akcay, H. 2007. Use of Natural Clinoptilolite to Improve, Water Quality: Sorption and Selectivity Studies of Lead(II), Copper(II), Zinc(II), and Nickel(II). *Water Environ. Res*. 79. 329-335.
- Pratiwi, L., Ita, U., dan Nurul, W. 2010. Adsorpsi Metilen Biru dengan Abu Dasar PT. Ipmomi Probolinggo Jawa Timur dengan Metode Kolom.

Prosiding Skripsi Semester Genap 2009/2010. Surabaya: Fak. MIPA Institut Teknologi Sepuluh.

- Prodinger, W. 1940. *Organic Reagents Used in Quantitative Analysis*. Elsevier Publishing Company Inc: New York.
- Putra, B.R. 2010. Pembuatan dan pencirian solvent impregnated resin mengandung ditizon terimpregnasi pada Amberlite XAD-16. *skripsi*. FMIPA. Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Querol, X., Moreno, N., Umana, J.C., Alastuey, A., Hernandez, E., Lopez Soler, A., plana, F. 2002. Synthesis of Zeolites from Fly Ash: an overview. *International Journal Coal Geol.* 50: 413-423.
- Rajesh, N., Arrchana, L., Prathiba, S. 2003. Removal of trace amounts mercury (II) using aluminium hydroxide as the collector. *Univ Scientarum* 8(2): 55-59.
- Rajesh, N., Manikandan, S. 2008. Spectrophotometric determination of lead after preconcentration of its diphenylthiocarbazone complex on an Amberlite XAD-1180 column. *Spectrochim Acta A.* 70: 754-757.
- Ruslan. 2012. Sintesis dan Karakterisasi $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{/Bentonit}$. *Tesis*. FMIPA UGM: Yogyakarta.
- Ryu, Z., Zheng, J., Wang, M., dan Zhang, B. 1999. Characterization of Pore size Distributions on Carbonaceous Adsorbents by DFT. *Carbon.* 37. 1257-1264.
- Sahri, Y. 2014. Studi Adsorpsi Ion Merkuri dan Tembaga Menggunakan Abu Basar Temodifikasi Ditizon. *Tesis*. FMIPA UGM: Yogyakarta.
- Saksono, N. 2002. Analisis Iodat dalam Bumbu Dapur Metode Iodometri dan X-Ray Floresence. Vol. 6 No. 3. Depok: Universitas Indonesia.
- Salih, B. 1998. Adsorption of Heavy Metal Ions onto Dithizone-anchored Poly (EGDMA-HEMA) Microbeads. *Talanta.* 46. 1205-1213.
- Shavandi, M.A., Haddadian, Z., Ismail, M.H.S., Abidin, Z.Z. 2012. Removal of Fe(III), Mn(II) and Zn(II) from palm oil mill effluent (POME) by natural zeolite. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers.* 43. 750-759.
- Shigemoto, N., Hayashi, H., dan Miyaura, K. 1993. Selective Formation of Na-X Zeolite from Coal Fly Ash by Fusion with Sodium Hydroxide Prior to Hydrothermal Reaction. *J. Mater. Sci.* 28. 4781-4786.

- Shigemoto, N., Sugiyama, S., Hayashi, H. dan Miyaura, K. 1995. Characterization of Na-X, Na-A and Coal Fly Ash Zeolit and Their Amorphous Precursors by IR, MAS NMR and XPS. *Mater. Sci.* 30. 5777-5783.
- Suardana, I.N. 2008. Optimalisasi daya adsorpsi zeolit terhadap ion kromium (III). *J Penelitian dan Pengembangan Sains & Humaniora* 2(1) : 17-33.
- Sukandarrumidi. 2006. *Batubara dan Pemanfaatannya*. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.
- Sunardi, A. 2007. Konversi Abu Layang Batubara Menjadi Zeolit dan Pemanfaatannya Sebagai Adsorben Merkuri (II). *Skripsi*. Fakultas MIPA UNLAM: Banjarbaru.
- Sunarti. 2008. Pembuatan Adsorben Termodifikasi dari Abu Dasar Batubara dan Aplikasinya untuk Adsorpsi Logam Berat Timbal (Pb). *Tesis*. Fakultas MIPA UGM: Yogyakarta.
- Suseno. 2006. Immobilisasi Dithizon Secara Fisika pada Zeolit Alam dan Studi Kemampuan Adsorpsinya terhadap Logam Pb(II) dan Cd(II). *Tesis*. Fakultas MIPA UGM: Yogyakarta.
- Sutarno, Arryanto Y., dan Budhyantoro, A. 2004. Sintesis Faujasite dari Abu Layang Batubara: Pengaruh Refluks dan Penggerusan Abu Layang Batubara terhadap Kristalinitas Faujasite. *Jurnal Matematika dan Sains* Vol. 9. No. 3. hal. 285-290.
- Sutarti, Mursi dan Rahmawati, Minta. 1994. *Zeolit: Tinjauan Literatur*. Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah: Jakarta.
- Taffarel, S.R., Rubio, J. 2009. On the removal of Mn^{2+} ions by adsorption onto natural and activated Chilean zeolites. *Min. Eng.* 22. 336-343.
- Trisunaryanti, W. 2006. *Kimia Zat Padat*. Buku Ajar Pascasarjana FMIPA UGM: Yogyakarta.
- Tunjungsari, R. 2008. Studi Adsorpsi Ion Logam Pb(II) oleh Abu Dasar (Bottom ash) Batubara. *Skripsi*. Fakultas MIPA UGM: Yogyakarta.
- Underwood, A.L. dan Day, R.A.JR. 1989. *Analisis Kimia Kuantitatif Edisi kelima*. Diterjemahkan oleh A. H. Pudjaatmaka. Erlangga: Jakarta.
- Wang, S., dan Peng, Y. 2010. Natural Zeolites as Effective Adsorbents in Water and Wastewater Treatment. *Chem. Eng.* 156. 11-24.

- Warren, B.E. 1969. *X-ray diffraction*. Addison-Wesley Pub. Co: Massachussetts.
- Widiastuti, N., Wahyuni, S. 2009. Adsorpsi Ion Logam Zn(II) Pada Zeolit A yang Disintesis dari Abu Dasar Batubara PT IPMOMI Paiton dengan Metode Batch. *Jurnal Prosiding Kimia: FMIPA – ITS*.
- Yanti, Y. 2009. Sintesis zeolit A dan Zeolit Karbon Aktif dari Abu Dasar PLTU Paiton dengan Metode Peleburan. *Skripsi*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.
- Yateman, A. 2009. *Material Canggih : Rekayasa material Berbasis Sumber Daya Alam Silika-Alumina*. Jurusan Kimia FMIPA UGM: Yogyakarta.
- Yu, H.M., Song, H., Chena, M.L. 2011. Dithizone immobilized silica gel on-line preconcentration of trace copper with detection by flame atomic absorption spectrometry. *Talanta*. 85: 625–630.
- Xu, Ruren., Pang, Wenqill., Yu, Jihong., Huo, Qisheng., Chen, Jiesheng. 2007. *Chemistry of Zeolit and Related Porous Materials: Synthesis and Structure*. Singapore: John Wiley & Sons. ISBN: 978-0-470-82233-3.
- Zhao, X.S., Lu, G.Q., dan Zhu, H.Y. 1997. Effect of Ageing and Seeding on the Formation of Zeolite Y from Coal Fly Ash. *J. Porous Mater.* 4. 245-252.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan distribusi pori

1. Zeolit sintesis

$$\text{Mikropori} = \frac{0,0074408-0}{0,15098} \times 100\% = 4,90\%$$

$$\text{Mesopori} = \frac{0,11886-0,0074408}{0,15098} \times 100\% = 73,84\%$$

$$\text{Makropori} = \frac{0,15098-0,11886}{0,15098} \times 100\% = 21,\%$$

2. Zeolit Termodifikasi Ditizon

$$\text{Mikropori} = \frac{0,0078181-0}{0,16665} \times 100\% = 4,69\%$$

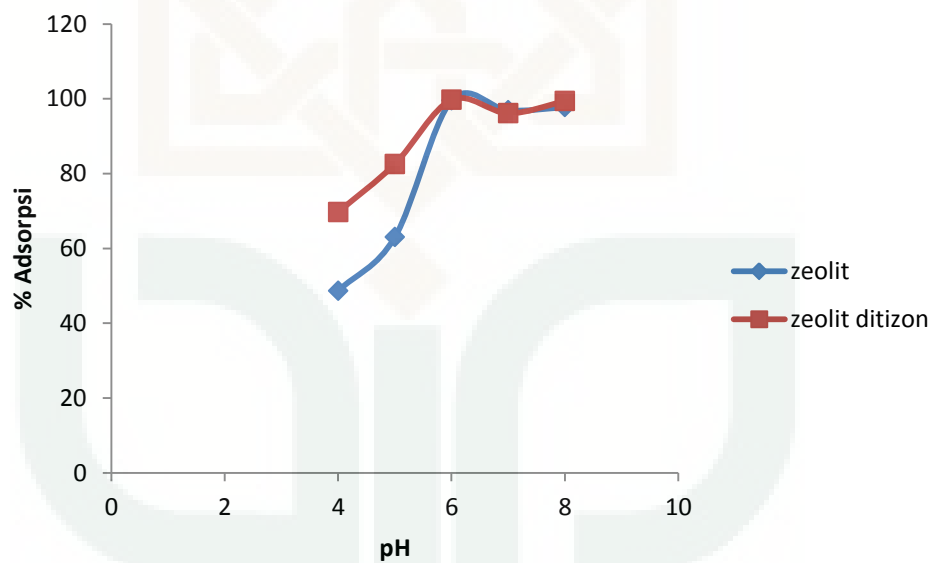
$$\text{Makropori} = \frac{0,14601-0,0078181}{0,16665} \times 100\% = 79,68\%$$

$$\text{Mesopori} = \frac{0,16665-0,14061}{0,16665} \times 100\% = 15,63\%$$

Lampiran 2. Perhitungan Pada Variasi pH

Tabel 1. Perhitungan pada variasi pH

Adsorben	pH	C	C	C	Ce	Co	%Adsorpsi
zeolit	4	5.343	4.829	5.233	5.135	10	48.65
	5	3.801	3.544	3.765	3.703333	10	62.96667
	6	0.041	0.055	0.048	0.048	10	99.52
	7	0.305	0.305	0.327	0.312333	10	96.87667
	8	0.246	0.224	0.217	0.229	10	97.71
Zeolit ter modifikasi ditizon	4	2.957	3.104	3.03	3.030333	10	69.69667
	5	1.782	1.635	1.819	1.745333	10	82.54667
	6	0.033	0.026	0.026	0.028333	10	99.71667
	7	0.371	0.386	0.408	0.388333	10	96.11667
	8	0.048	0.055	0.092	0.065	10	99.35

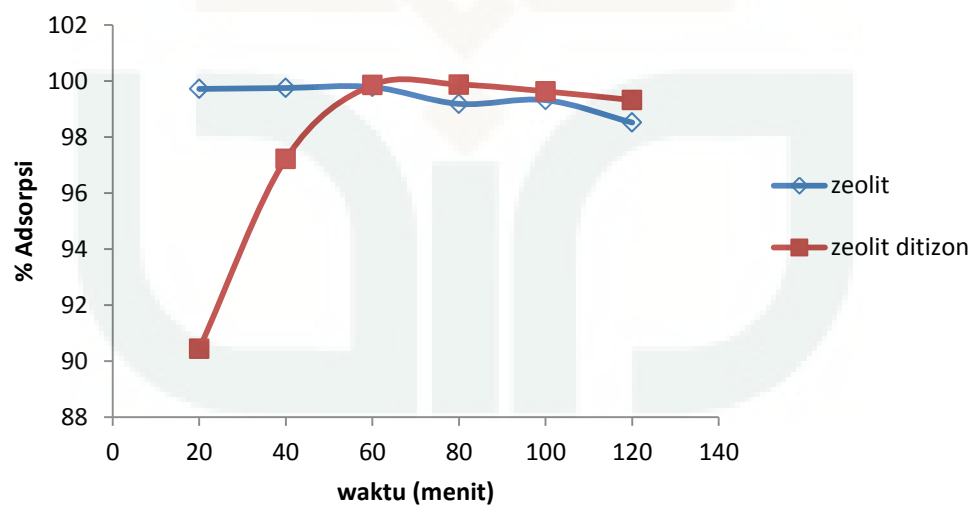


Gambar 1. Grafik pengaruh pH pada adsorpsi logam Cd(II)

Lampiran 3. Perhitungan pada variasi waktu kontak dan penentuan pseudo ordo reaksi

Tabel 2. Hasil perhitungan pada variasi waktu

Adsorben	waktu	C ₀ (ppm)	C _e	% adsorpsi
Zeolit	20	10	0.028667	99.71333
	40	10	0.025333	99.74667
	60	10	0.022	99.78
	80	10	0.082	99.18
	100	10	0.068667	99.31333
	120	10	0.148667	98.51333
Zeolit ter modifikasi ditizon	20	10	0.955667	90.44333
	40	10	0.278	97.22
	60	10	0.015	99.85
	80	10	0.013	99.87
	100	10	0.037333	99.62667
	120	10	0.068667	99.31333



Gambar 2. Grafik pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi logam Cd(II)

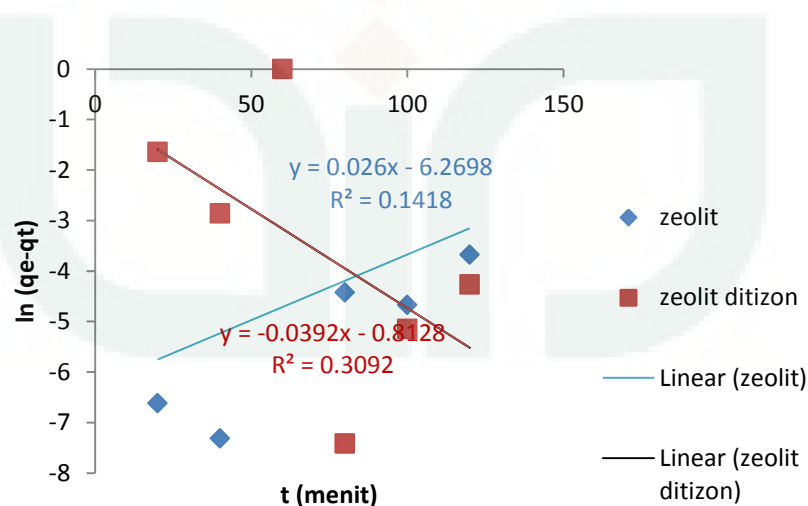
Tabel 3. Penentuan orde reaksi pada adsorben zeolit sintesis

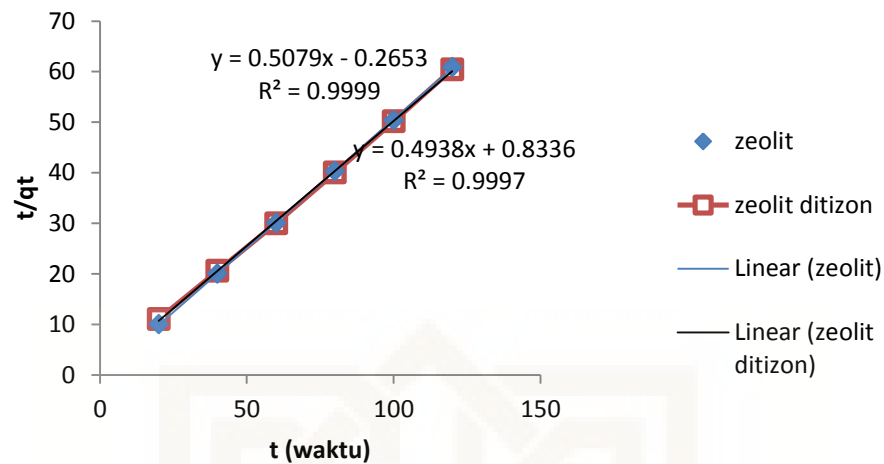
T (m)	Co (ppm)	Ce (mg/L)	qt (mg/g)	qe (mg/g)	qe-qt	ln (qe-qt)	t/qt
20	10	0.0287	1.99426	1.9956	0.00134	-6.61509	10.02878
40	10	0.02533	1.994934	1.9956	0.000666	-7.31422	20.05079
60	10	0.022	1.9956	1.9956	0	0	30.06615
80	10	0.082	1.9836	1.9956	0.012	-4.42285	40.33071
100	10	0.068668	1.986266	1.9956	0.009334	-4.67414	50.34571
120	10	0.148667	1.970267	1.9956	0.025333	-3.67563	60.90546

Tabel 4. Penentuan orde reaksi pada adsorben zeolit sintesis

Waktu (menit)	Co (ppm)	Ce (ppm)	qt (mg/g)	Qe (mg/g)	Qe-qt	Ln (qe-qt)	t/qt
20	10	0.979	1.8042	1.9984	0.1942	-1.63887	11.08525
40	10	0.294	1.9412	1.9984	0.0572	-2.8612	20.60581
60	10	0.008	1.9984	1.9984	0	0	30.02402
80	10	0.011	1.9978	1.9984	0.0006	-7.41858	40.04405
100	10	0.037	1.9926	1.9984	0.0058	-5.1499	50.18569
120	10	0.078	1.9844	1.9984	0.014	-4.2687	60.47168

a. Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Pertama

**Gambar 3.** Grafik kinetika adsorpsi pseudo orde pertama



Gambar 4. Grafik kinetika pseudo orde 2

1. Zeolit Sintesis

a. Kinetika Adsorpsi Pseudo ordo satu

Persamaan Lagergren:

$$\ln (q_e - q_t) = \ln q_e - k_1 t$$

$$\ln (q_e - q_t) = -k_1 t + \ln q_e$$

Persamaan garis lurus $y = 0.026x - 6.2698$, $R^2 = 0.1418$

$$y = \ln (q_e - q_t) \text{ (mg/g)}.$$

$$x = t \text{ (menit)}.$$

$$-k_1 = 0,026$$

$$k_1 = -0,026 \text{ menit}^{-1}.$$

$$\ln q_e = -6,2698, q_e = 0.019 \text{ mg/g}$$

b. Kinetika Adsorpsi Pseudo ordo dua

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{1}{q_e} t$$

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{q_e} t + \frac{1}{k_2 q_e^2}$$

Persamaan garis lurus $y = 0.5079x - 0.2653, R^2 = 0.9999$

$$y = \frac{t}{q_t} \text{ (menit.g/mg)}$$

$$x = t \text{ (menit)}$$

$$\frac{1}{q_e} = 0.5079$$

$$q_e = 1,969 \text{ mg/g.}$$

$$\frac{1}{k_2 q_e^2} = -0,2653$$

$$\frac{1}{k_2} \cdot \frac{1}{q_e^2} = -0,2653$$

$$\frac{1}{k_2} \cdot \frac{1}{(1,969)^2} = -0,2653$$

$$\frac{1}{(3,88)k_2} = -0,2653$$

$$k_2 = \frac{1}{(3,88)(-0,2653)}$$

$$k_2 = -0,97 \text{ g/mg.menit}^{-1}$$

2. Zeolit Termomodifikasi ditizon

a. Kinetika adsorpsi pseudo ordo 1

$$\ln (q_e - q_t) = \ln q_e - k_1 t$$

$$\ln (q_e - q_t) = -k_1 t + \ln q_e$$

Persamaan garis lurus $y = -0.03292x - 0.8128, R^2 = 0.3092$

$$y = \ln (q_e - q_t) \text{ (mg/g).}$$

$$x = t \text{ (menit).}$$

$$-k_1 = -0,03292$$

$$k_1 = 0,03292 \text{ menit}^{-1}.$$

$$\ln q_e = -0,8128$$

$$q_e = 0,44 \text{ mg/g.}$$

b. Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Kedua

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{1}{q_e} t$$

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{q_e} t + \frac{1}{k_2 q_e^2}$$

Persamaan garis lurus $y = 0.4938x + 0.8336, R^2 = 0.9997$

$$y = \frac{t}{q_t} \text{ (menit.g/mg)}$$

$$x = t \text{ (menit)}$$

$$\frac{1}{q_e} = 0,4938$$

$$q_e = 2,03 \text{ mg/g.}$$

$$\frac{1}{k_2 q_e^2} = 0,8336$$

$$\frac{1}{k_2} \cdot \frac{1}{q_e^2} = 0,8336$$

$$\frac{1}{k_2} \cdot \frac{1}{(2,03)^2} = 0,8336$$

$$\frac{1}{(4,121)k_2} = 0,8336$$

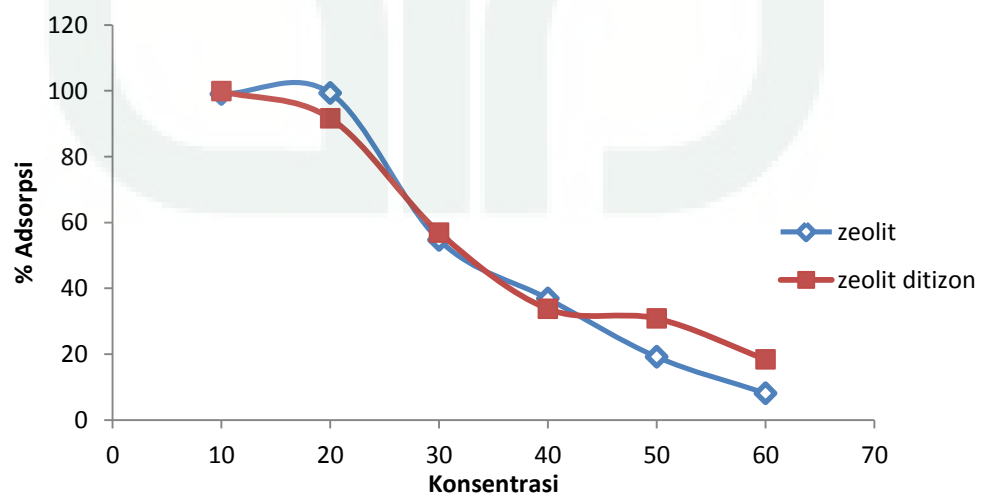
$$k_2 = \frac{1}{(4,121)(0,8336)}$$

$$k_2 = 0,291 \text{ g/mg.menit}^{-1}$$

Lampiran 4. Perhitungan Pada Variasi Konsentrasi dan Penentuan Isoterm Adsorpsi

Tabel 5. Hasil perhitungan pada variasi konsentrasi

Adsorben	K (ppm)	Co (ppm)	Ce (ppm)	Co-Ce	% adsorp
Zeolit	10	10	0.100333	9.899667	98.99667
	20	20	0.137667	19.86233	99.31167
	30	30	13.611	16.389	54.63
	40	40	25.26167	14.73833	36.84583
	50	50	40.42533	9.574667	19.14933
	60	60	55.12333	4.876667	8.127778
Zeolit termodifikasi ditizon	10	10	0.014333	9.985667	99.85667
	20	20	1.673667	18.32633	91.63167
	30	30	12.91967	17.08033	56.93444
	40	40	26.49567	13.50433	33.76083
	50	50	34.591	15.409	30.818
	60	60	48.95267	11.04733	18.41222

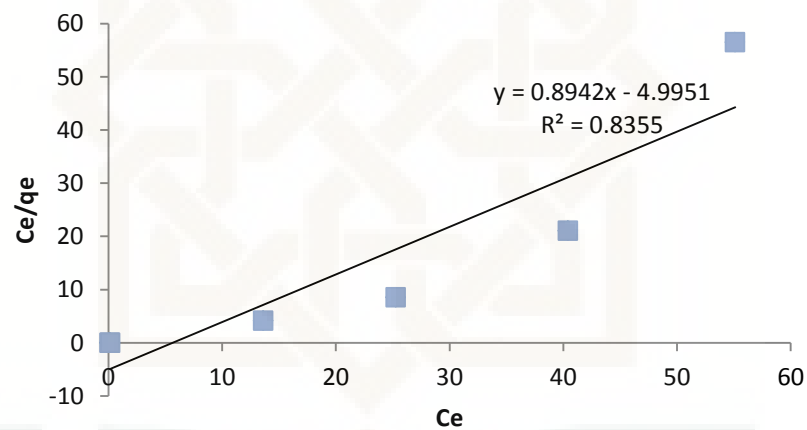


Gambar 5. Grafik hubungan antara konsentrasi awal larutan Cd(II) dengan % adsorpsi

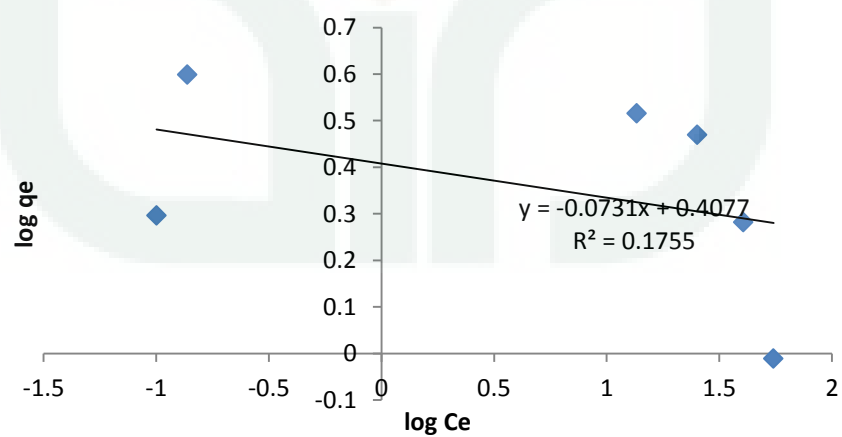
1. Adsorben Zeolit Sintesis

Tabel 7. Penentuan isoterm adsorpsi pada adsorben abu dasar

Co	ce	V	m	qe	Ce/qe	Log Ce	Log qe
10	0.100333	0.01	0.05	1.979933	0.050675	-0.99855	0.296651
20	0.137667	0.01	0.05	3.972467	0.034655	-0.86117	0.59906
30	13.611	0.01	0.05	3.2778	4.15248	1.13389	0.515582
40	25.26167	0.01	0.05	2.947667	8.570055	1.402462	0.469478
50	40.42533	0.01	0.05	1.914933	21.11057	1.606654	0.282154
60	55.12333	0.01	0.05	0.975333	56.51743	1.741335	-0.01085



Gambar 6. Grafik isoterm Langmuir pada adsorben zeolit sintesis



Gambar 7. Grafik isoterm Freunlich pada adsorben zeolit sintesis

Persamaan Langmuir:

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_{max}} C_e + \frac{1}{K_L q_{max}}$$

Persamaan garis lurus : $y = 0.8942x - 4.9951$, $R^2 = 0.8355$

$$\text{Satuan slope} = \frac{dy}{dx} = \frac{C_e/q_e}{C_e} = \frac{g/L}{mg/L} = g/mg$$

$$\text{Slope} = \frac{1}{q_{max}} = 0,8942 \text{ g/mg}$$

$$q_{max} = 1,19 \text{ mg/g}$$

$$\text{Satuan intercept} = \text{sumbu } y = \frac{C_e}{q_e} = \frac{mg/L}{mg/g} = g/L$$

$$\text{Intercept} = \frac{1}{K_L q_{max}} = -4,9951 \text{ g/L}$$

$$\frac{1}{K_L} = \frac{-4,9951 \text{ g/L}}{1/q_{max}}$$

$$\frac{1}{K_L} = \frac{-4,9951 \text{ g/L}}{0,8942 \text{ g/mg}}$$

$$-4,9951 \text{ g/L} \times K_L = 0,8942 \text{ g/mg}$$

$$K_L = \frac{0,8942 \text{ g/mg}}{-4,9951 \text{ g/L}}$$

$$K_L = -0,179 \text{ mg/L}$$

Persamaan Freundlich:

$$\log q_e = \frac{1}{n} \log C_e + \log K_F$$

Persamaan garis lurus : $y = -0.0731x + 0.4077$, $R^2 = 0.1755$

$$\text{Slope} = \frac{1}{n} = -0,0731$$

$$n = -13,08$$

$$\text{Intercept} = q_e = mg/g$$

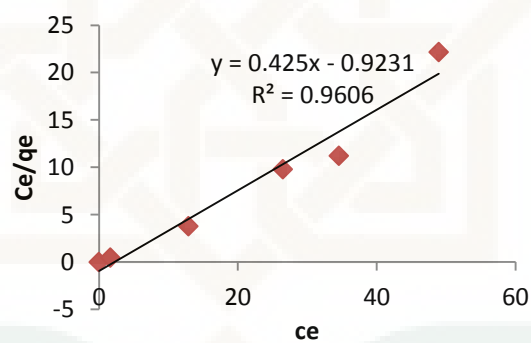
$$\text{Log } K_F = 0,4077$$

$$K_F = 2,56$$

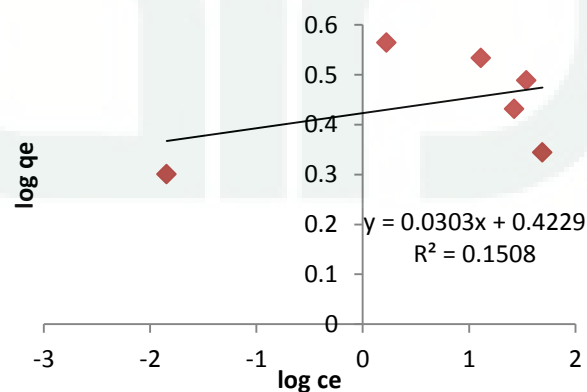
2. Adsorben Zeolit Termodifikasi Ditizon

Tabel 8. Penentuan isoterm adsorpsi pada adsorben zeolit sintesis

Co	Ce (ppm)	V (L)	M (g)	Qe (mg/g)	ce/qe (mg/g)	log Ce	log qe
10	0.014333	0.01	0.05	1.997133	0.007177	-1.84365	0.300407
20	1.673667	0.01	0.05	3.665267	0.456629	0.223669	0.564106
30	12.91967	0.01	0.05	3.416067	3.78203	1.111251	0.533526
40	26.49567	0.01	0.05	2.700867	9.810061	1.423175	0.431503
50	34.591	0.01	0.05	3.0818	11.22428	1.538963	0.488804
60	48.95267	0.01	0.05	2.209467	22.15587	1.689776	0.344287



Gambar 8. Grafik isoterm Langmuir pada adsorben zeolit temodifikasi ditizon



Gambar 9. Grafik isoterm freunlich pada zeolit termodifikasi ditizon

Persamaan Langmuir:

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_{max}} C_e + \frac{1}{K_L q_{max}}$$

Persamaan garis lurus : $y = 0.425x - 0.9231$, $R^2 = 0.9606$

$$\text{Satuan slope} = \frac{dy}{dx} = \frac{C_e/q_e}{C_e} = \frac{g/L}{mg/L} = g/mg$$

$$\text{Slope} = \frac{1}{q_{max}} = 0,425 \text{ g/mg}$$

$$q_{max} = 2,35 \text{ mg/g}$$

$$q_{max} = \frac{2,35 \text{ mg/g}}{112,411 \text{ g/mol}}$$

$$q_{max} = 0,021 \text{ mmol/g} = 2,1 \times 10^{-5} \text{ mol/g}$$

$$\text{Satuan intercept} = \text{sumbu } y = \frac{C_e}{q_e} = \frac{mg/L}{mg/g} = g/L$$

$$\text{Intercept} = \frac{1}{K_L q_{max}} = -0,9231 \text{ g/L}$$

$$\frac{1}{K_L} = \frac{-0,923 \text{ g/L}}{1/q_{max}}$$

$$\frac{1}{K_L} = \frac{-0,9231 \text{ g/L}}{0,425 \text{ g/mg}}$$

$$-0,9231 \text{ g/L} \times K_L = 0,425 \text{ g/mg}$$

$$K_L = \frac{0,425 \text{ g/mg}}{-0,9231 \text{ g/L}}$$

$$K_L = -0,46 \text{ mg/L}$$

$$K_L = \frac{-0,46 \text{ mg/l}}{112,411 \text{ g/mol}}$$

$$K_L = -4,092 \times 10^{-3} \text{ mmol/L} = K_i = -4,092 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$$

Persamaan Freundlich:

$$\log q_e = \frac{1}{n} \log C_e + \log K_F$$

Persamaan garis lurus : $y = 0.0303x + 0.4229$, $R^2 = 0.1508$

$$Slope = \frac{1}{n} = 0,0303$$

$$n = 33,0 \quad n = \frac{33,0}{112,411} = 0,294 \text{ mmol/L} = 2,94 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$Intercept = q_e = \text{mg/g}$$

$$\log K_F = 0.4229$$

$$K_F = 2,68 \text{ mg/g}$$

$$K_f = \frac{2,68}{112,411}$$

$$K_f = 0,024 \text{ mmol/L} = 2,4 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

Lampiran 5. Perhitungan pada Variasi Suhu dan Penentuan Termodinamika

Tabel 9. Data pengaruh penambahan suhu pada adsorpsi logam Cd(II)

Adsorben	Suhu (°C)	Co (ppm)	C1	C2	C3	Ce (ppm)	%Adsorpsi
Zeolit	30	10	0.016	0.016	0.023	0.018333	99.81667
	40	10	0.016	0.01	0.01	0.012	99.88
	50	10	0.03	0.016	0.023	0.023	99.77
	60	10	0.057	0.05	0.064	0.057	99.43
Zeolit ter modifikasi ditizon	30	20	9.241	9.509	9.442	9.397333	53.01333
	40	20	5.225	5.492	5.158	5.291667	73.54167
	50	20	6.028	5.827	5.76	5.871667	70.64167
	60	20	3.081	2.981	3.014	3.025333	84.87333

Lampiran 6. Perhitungan persen desorpsi

Tabel 12. Hasil adsorpsi pada percobaan desorpsi

Desorpsi	Co	C1	C2	C3	Ce	Co-Ce	
ZAD	50	37.838	37.503	38.943	38.09467	11.905	100
ZD	50	35.495	35.83	34.826	35.38367	14.616	100

Tabel 13. Tabel hasil perlakuan desorpsi pada zeolit sintesis dan zeolit termodifikasi ditizon

Adsorben		C1	C2	C3	Ce	% des
Zeolit	HCl	7.568	7.835	7.768	7.723667	64.876
	H ₂ O	0.047	0.047	0.054	0.049333	0.4144
	Na	3.65	3.616	3.616	3.627333	30.468
Zeolit termodifikasi ditizon	HCl	5.76	6.095	5.961	5.938667	40.63
	H ₂ O	0.034	0.027	0.034	0.031667	0.2167
	Na	3.215	3.215	3.282	3.237333	22.149

Tabel 14. Tabel persen desorpsi

Adsorben	Jumlah Cd (II) ter desorpsi (%)		
	Akuades	HCl	Na ₂ EDTA
Zeolit	0,41	64,82	30,45
Zeolit termodifikasi ditizon	0,22	40,63	22,15

**Lampiran 7. Data XRF Abu Dasar Batubara (AD), Zeolit Sintesis (ZAD)
dan Zeolit Termodifikasi Ditizon (ZD)**

a. Data XRF pada abu dasar batubara

Nama konsumen : Fahrul Anggara UIN Sunan Kalijaga Jogja
 Jenis analisis : XRF
 Aplikasi/preparasi : EQUA_Powder/Mylar
 Jenis sampel : Serbuk
 Kode sampel : Abu dasar Fahrul
 Nama operator : Ari Wisnugroho
 Hari/Tanggal analisis : Kamis, 6 November 2014
 Kontak : Dr. Sayekti W., M.Si (081568455281)

Formula	Z	Concentration	Status	Line 1
SiO ₂	14	82.01%	Fit spectrum	Si KA1/EQ20
Al ₂ O ₃	13	8.45%	Fit spectrum	Al KA1/EQ20
TiO ₂	22	3.74%	Fit spectrum	Ti KA1/EQ20
Fe ₂ O ₃	26	1.31%	Fit spectrum	Fe KA1/EQ20
SO ₃	16	1.23%	Fit spectrum	S KA1/EQ20
Cl	17	1.18%	Fit spectrum	Cl KA1/EQ20
K ₂ O	19	0.87%	Fit spectrum	K KA1/EQ20
P ₂ O ₅	15	0.58%	Fit spectrum	P KA1/EQ20
CaO	20	0.31%	Fit spectrum	Ca KA1/EQ20
ZrO ₂	40	0.09%	Fit spectrum	Zr KA1/EQ20
Cr ₂ O ₃	24	0.09%	Fit spectrum	Cr KA1/EQ20
NiO	28	0.02%	Fit spectrum	Ni KA1/EQ20
MnO	25	0.02%	Fit spectrum	Mn KA1/EQ20
CuO	29	0.01%	Fit spectrum	Cu KA1/EQ20

Surakarta, 6 November 2014

Mengetahui,
 Kepala Lab.Terpadu MIPA UNS

Operator/Analisis

Dr. Sayekti Wahyuningsih, M.Si
 NIP.19711211 199702 2001

Ari Wisnugroho

b. Data XRF Zeolit Sintesis

Nama konsumen : Fahrul Anggara UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
 Jenis analisis : XRF
 Aplikasi/preparasi : EQUA_Powder/Mylar
 Jenis sampel : Serbuk
 Kode sampel : Zeolit_AbuDasar_Fahrul
 Nama operator : Ari Wisnugroho
 Hari/Tanggal analisis : Selasa, 13 Januari 2015
 Kontak : Dr. Sayekti W., M.Si (081568455281)

Formula	Z	Concentration	Status	Line 1
SiO2	14	65.79%	Fit spectrum	Si KA1/EQ20
Al2O3	13	18.00%	Fit spectrum	Al KA1/EQ20
TiO2	22	7.07%	Fit spectrum	Ti KA1/EQ20
Fe2O3	26	2.80%	Fit spectrum	Fe KA1/EQ20
SO3	16	1.12%	Fit spectrum	S KA1/EQ20
MgO	12	1.09%	Fit spectrum	Mg KA1/EQ20
K2O	19	0.90%	Fit spectrum	K KA1/EQ20
Cl	17	0.83%	Fit spectrum	Cl KA1/EQ20
CaO	20	0.66%	Fit spectrum	Ca KA1/EQ20
P2O5	15	0.51%	Fit spectrum	P KA1/EQ20
La2O3	57	0.41%	Fit spectrum	La KA1/EQ50
ZrO2	40	0.32%	Fit spectrum	Zr KA1/EQ20
Cr2O3	24	0.22%	Fit spectrum	Cr KA1/EQ20
NiO	28	0.06%	Fit spectrum	Ni KA1/EQ20
CuO	29	0.04%	Fit spectrum	Cu KA1/EQ20
MnO	25	0.03%	Fit spectrum	Mn KA1/EQ20
Y2O3	39	0.02%	Fit spectrum	Y KA1/EQ40
SrO	38	0.02%	Fit spectrum	Sr KA1/EQ20
ZnO	30	0.02%	Fit spectrum	Zn KA1/EQ20
PbO	82	0.02%	Fit spectrum	Pb LA1/EQ20
Bi2O3	83	0.01%	Fit spectrum	Bi LA1/EQ20
Ga2O3	31	0.01%	Fit spectrum	Ga KA1/EQ20
Nb2O5	41	0.01%	Fit spectrum	Nb KA1/EQ20

NB: Data kurang akurat, nilai R/R0 33,9 > 30

Surakarta, 13 Januari 2015

Mengetahui,
Kepala Lab.Terpadu MIPA UNS

Operator/Analisis

c. Data XRF Zeolit Termodifikasi Ditizon

Nama konsumen : Fahrul Anggara UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
 Jenis analisis : XRF
 Aplikasi/preparasi : EQUA_Powder/Mylar
 Jenis sampel : Serbuk
 Kode sampel : Zeolit_Ditizon_Fahrul
 Nama operator : Ari Wisnugroho
 Hari/Tanggal analisis : Selasa, 13 Januari 2015
 Kontak : Dr. Sayekti W., M.Si (081568455281)

Formula	Z	Concentration	Status	Line 1
SiO ₂	14	64.00%	Fit spectrum	Si KA1/EQ20
Al ₂ O ₃	13	19.01%	Fit spectrum	Al KA1/EQ20
SO ₃	16	6.47%	Fit spectrum	S KA1/EQ20
TiO ₂	22	5.66%	Fit spectrum	Ti KA1/EQ20
Fe ₂ O ₃	26	2.35%	Fit spectrum	Fe KA1/EQ20
K ₂ O	19	0.63%	Fit spectrum	K KA1/EQ20
Cl	17	0.52%	Fit spectrum	Cl KA1/EQ20
CaO	20	0.34%	Fit spectrum	Ca KA1/EQ20
P ₂ O ₅	15	0.29%	Fit spectrum	P KA1/EQ20
ZrO ₂	40	0.24%	Fit spectrum	Zr KA1/EQ20
La ₂ O ₃	57	0.18%	Fit spectrum	La KA1/EQ50
Cr ₂ O ₃	24	0.11%	Fit spectrum	Cr KA1/EQ20
NiO	28	0.05%	Fit spectrum	Ni KA1/EQ20
CuO	29	0.02%	Fit spectrum	Cu KA1/EQ20
SrO	38	0.02%	Fit spectrum	Sr KA1/EQ20
ZnO	30	0.02%	Fit spectrum	Zn KA1/EQ20
Y ₂ O ₃	39	0.01%	Fit spectrum	Y KA1/EQ40

Mengetahui,
 Kepala Lab.Terpadu MIPA UNS

Dr. Sayekti Wahyuningsih, M.Si
 NIP.19711211 199702 2001

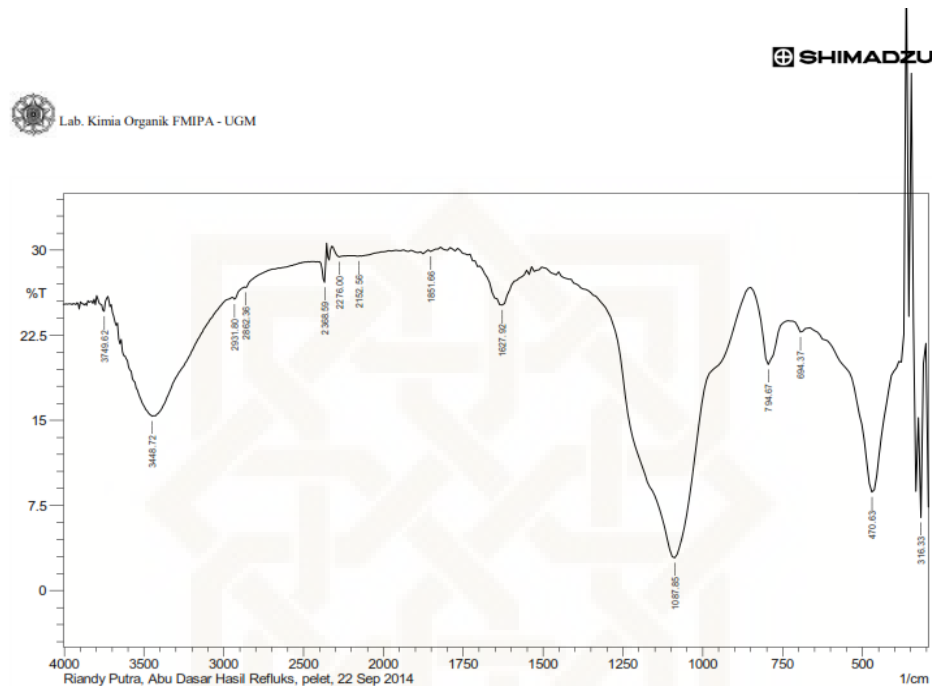
Surakarta, 13 Januari 2015

Operator/Analisis

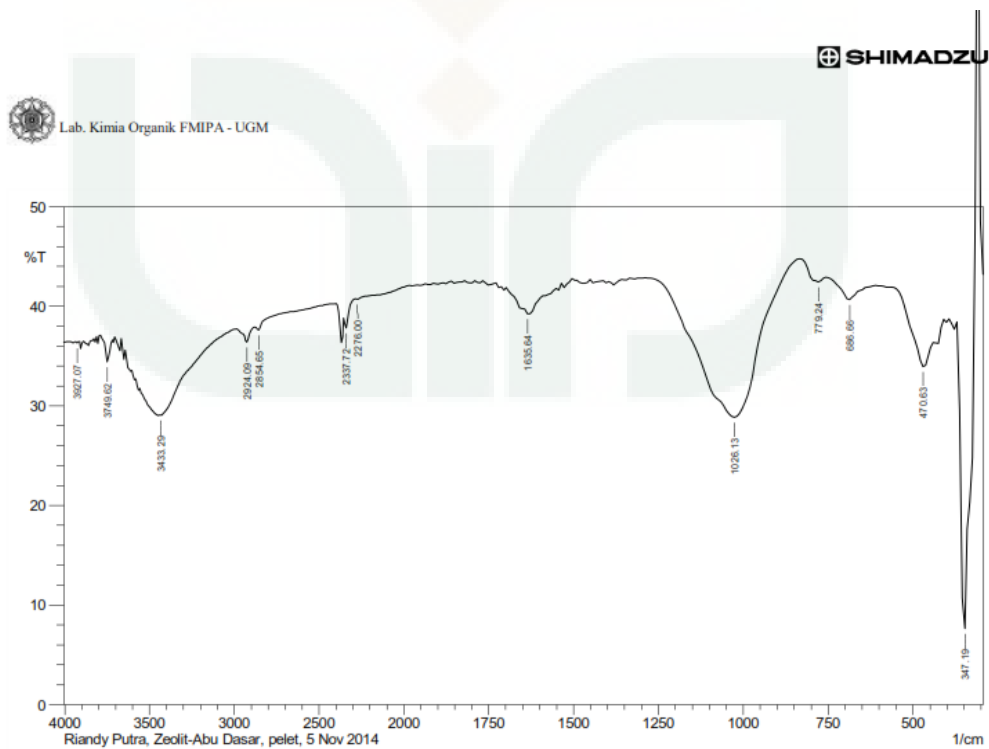
Ari Wisnugroho

Lampiran 8. Data Hasil Analisis FTIR Abu Dasar (AD), Zeolit Sintesis (ZAD), dan Zeolit Termodifikasi Ditizon (ZD).

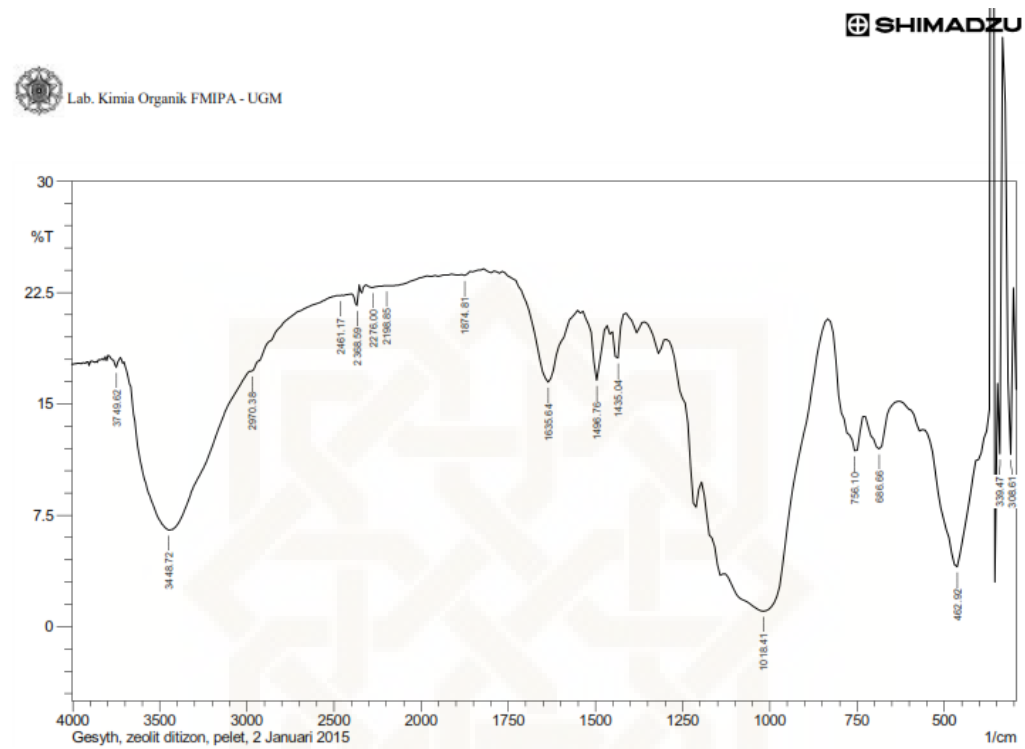
A. Spektra IR Abu Dasar Batubara



B. Spektra IR Zeolit Sintesis

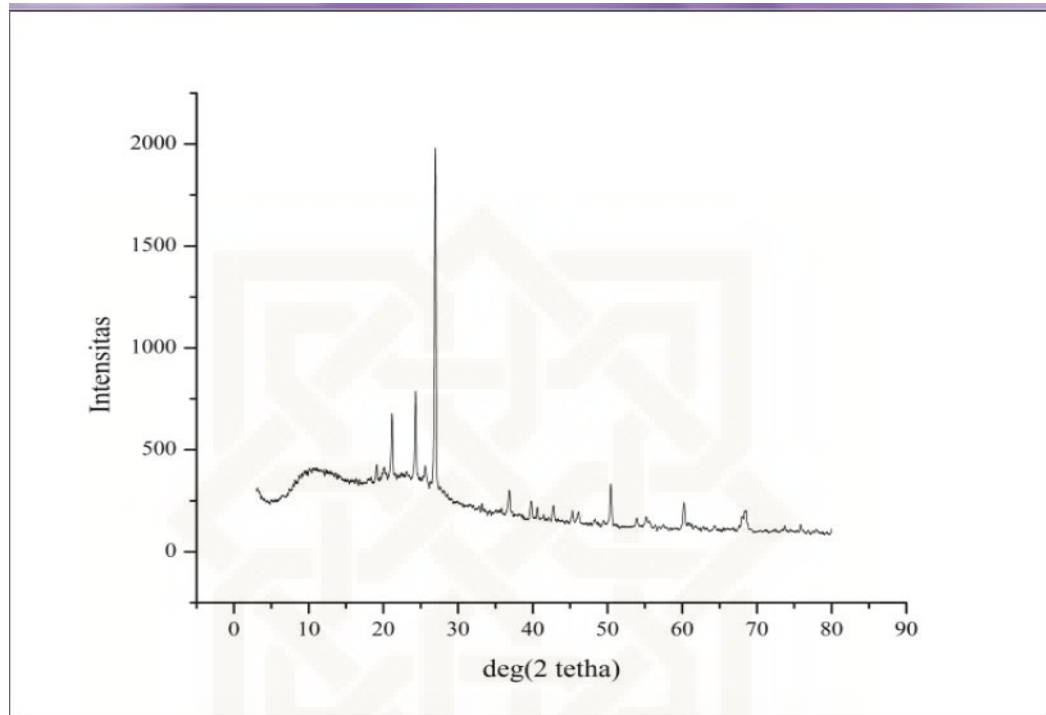


C. Spektra IR Zeolit Termodifikasi Ditizon

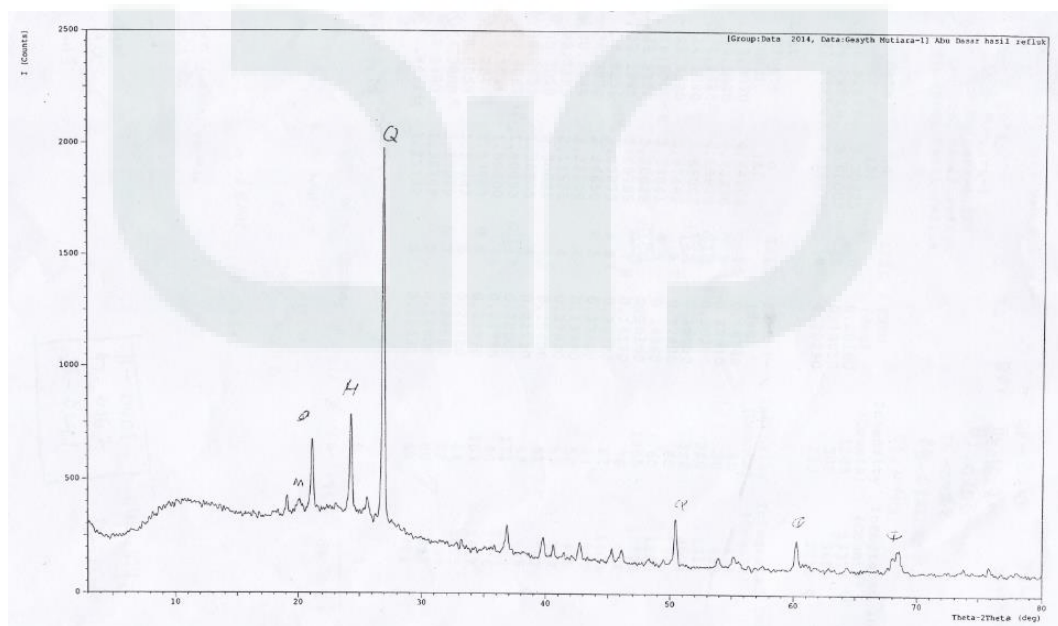


**Lampiran 9. Data XRD Hasil Analisis Abu Dasar, Zeolit dan Zeolit
Termodifikasi Ditizon**

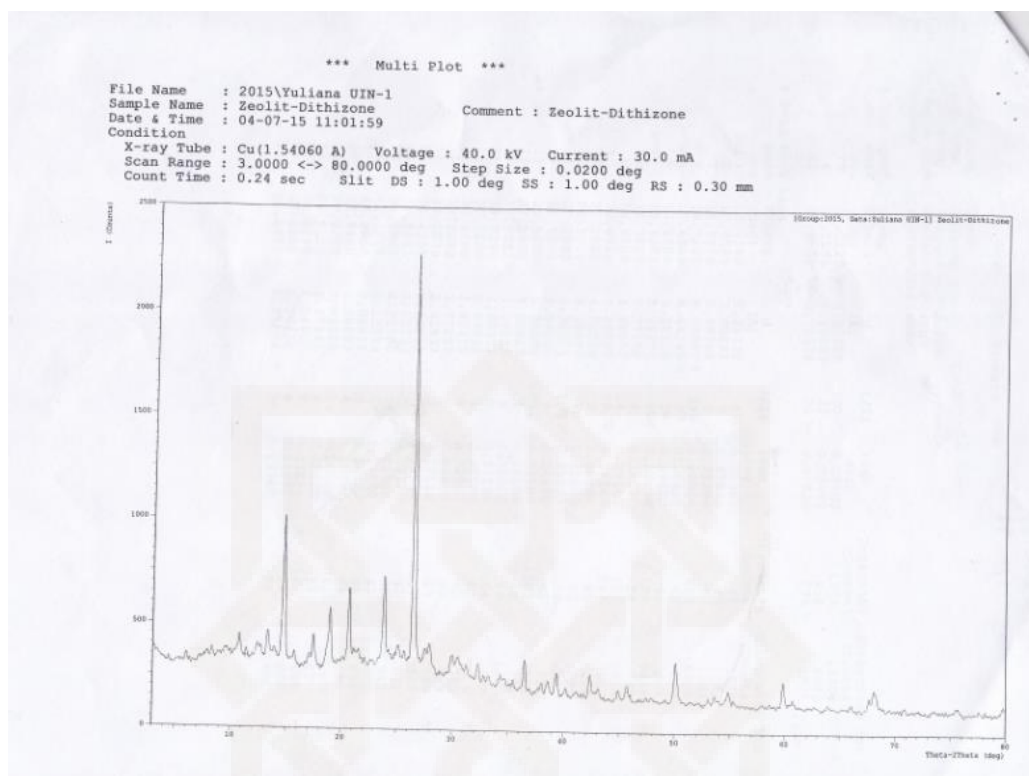
A. Data XRD Abu Dasar Batubara



B. Data XRD Zeolit Sintesis



C. Hasil analisis XRD Zeolit Termodifikasi Ditizon

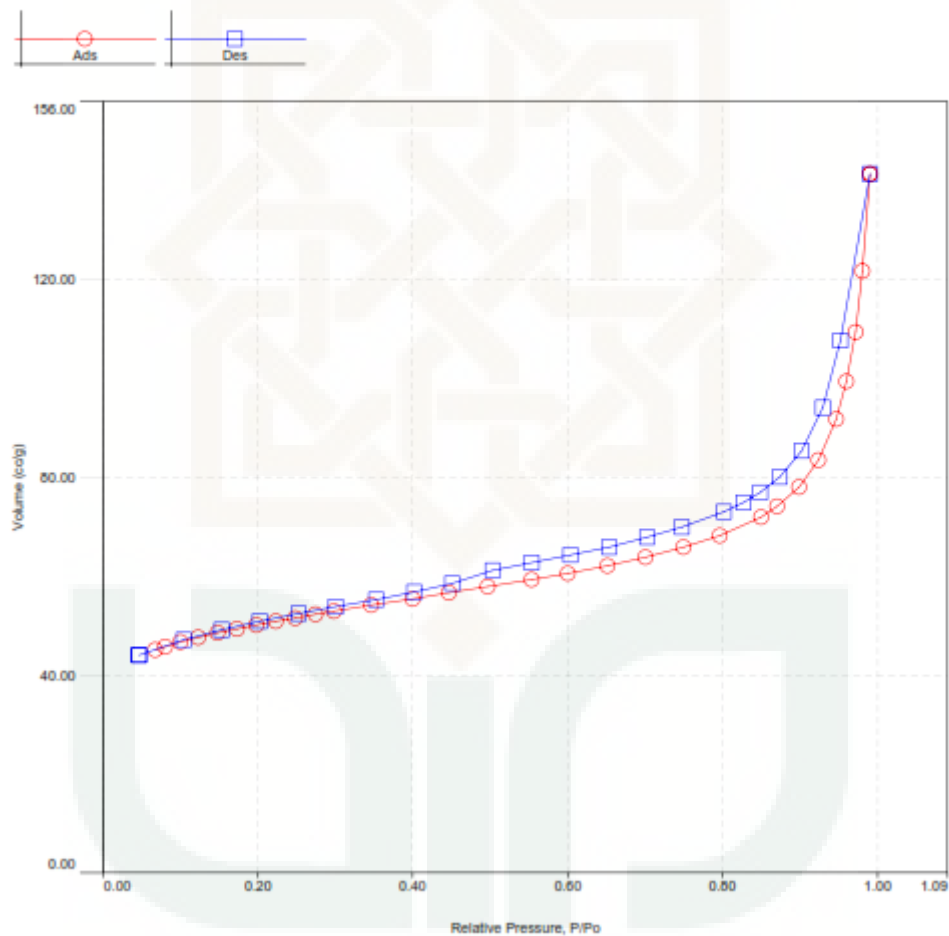


Lampiran 10. Data Hasil Analisis GSA Zeolit dan Zeolit Termodifikasi Ditizon

A. Data Analisis GSA Zeolit sintesis

Analysis		Report	
Operator: A. Wijayanto	Date: 2015/01/20	Operator: Indra Naflyanto	Date: 1/21/2015
Sample ID: SAA.001.IN.2015	Filename: C:\QCdata\Physisorb\SAA 001 IN 2015.qps		
Sample Desc: Zeolit Abu Dasar	Comment: terkalibrasi		
Sample weight: 0.1328 g	Sample Volume: 0 cc		
Outgas Time: 3.0 hrs	Outgas Temp: 300.0 C		
Analysis gas: Nitrogen	Bath Temp: 77.3 K		
Press. Tolerance: 0.100/0.100 (ads/des)	Equil time: 60/60 sec (ads/des)	Equil timeout: 240/240 sec (ads/des)	
Analysis Time: 352.6 min	End of run: 2015/01/20 20:33:25	Instrument: Nova Station A	
Cell ID: 85			

Isotherm * Linear



Quantochrome NovaWin2 - Data Acquisition and Reduction for NOVA instruments ©1994-2006, Quantochrome Instruments version 2.2

Report Id: {390308223:20150121 095939255} Page 1 of 1

B. Data Analisis GSA Zeolit Termodifikasi Ditizon

Analysis

Operator: A. Wijayanto
 Sample ID: SAA.002.IN.2015
 Sample Desc: Zeolit Diltzon
 Sample weight: 0.1469 g
 Outgas Time: 3.0 hrs
 Analysis gas: Nitrogen
 Press. Tolerance: 0.100/0.100 (ads/des)
 Analysis Time: 346.4 min
 Cell ID: 96

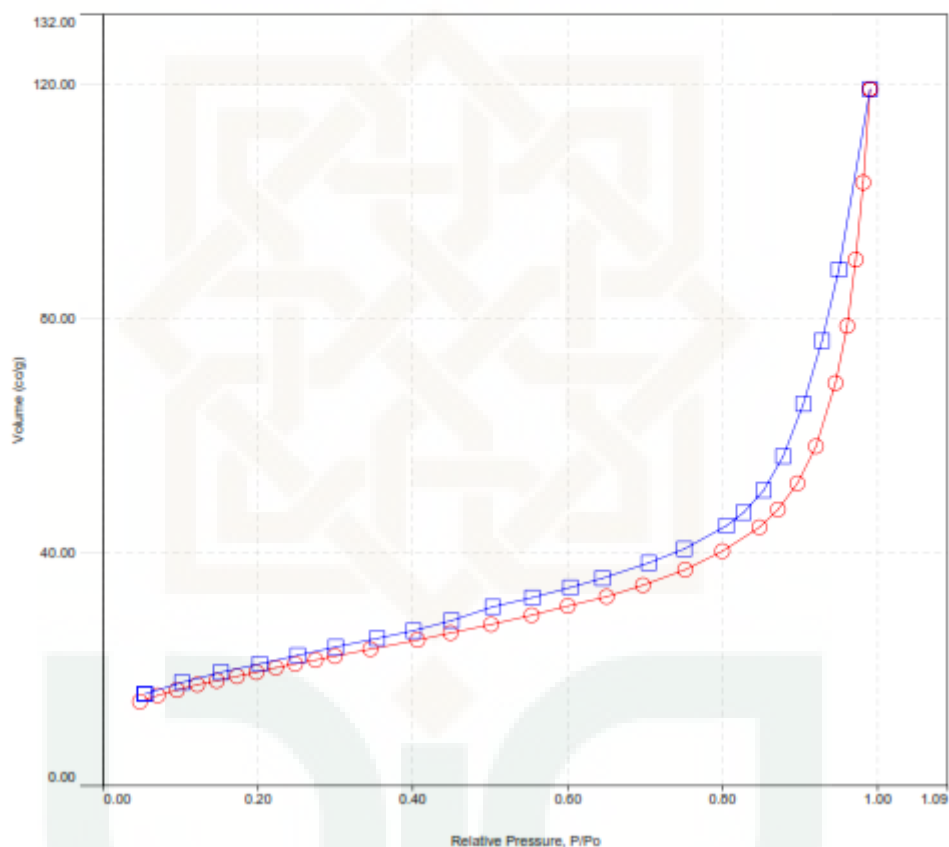
Date: 2015/01/20

Filename: C:\QCdata\Physisorb\SAA 002 IN 2015.qps
 Comment: terkalibrasi
 Sample Volume: 0 cc
 Outgas Temp: 300.0 C
 Bath Temp: 77.3 K
 Equil time: 60/60 sec (ads/des)
 End of run: 2015/01/20 16:56:55

Report

Date: 1/21/2015

Operator: Indra Nafyanio
 Equil timeout: 240/240 sec (ads/des)
 Instrument: Nova Station A

Isotherm * Linear

Report ID: 1344505344-20150121 1005/0315 Page 1 of 1

Lampiran 11. JCPDS

86-1628Quality: C

CAS Number:

Molecular Weight: 60.08
Volume[CD]: 112.37
Dx: 2.664 Dm:

Sys: Hexagonal
Lattice: Primitive
S.G.: P3121 (152)
Cell Parameters:
a 4.902 b c 5.399
 $\alpha \quad \beta \quad \gamma$

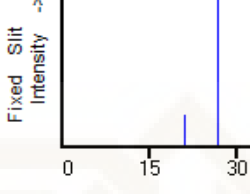
I/Icor: 3.09
Rad: CuK α 1
Lambda: 1.54060
Filter:
d-sp: calculated

ICSD #: 201352

Mineral Name:
Quartz low

Non-Ambient Temperature

SiO2
Silicon Oxide
Ref: Calculated from ICSD using POWD-12++, (1997)
Ref: Lager, G.A., Jorgensen, J.D., Rotella, F.J., J. Appl. Phys., 53, 6751 (1982)



2θ	Int-f	h	k	i	2θ	Int-f	h	k	i	2θ	Int-f	h	k	i
20.908	213	1	0	0	55.400	16	1	0	3	77.886	12	2	2	0
26.690	999 *	1	0	1	57.379	2	1	2	0	80.051	26	2	1	3
36.634	73	1	1	0	60.107	84	1	2	1	80.261	20	2	2	1
39.525	74	0	1	2	64.142	16	1	1	3	81.301	21	1	1	4
40.380	34	1	1	1	65.959	3	3	0	0	81.720	25	1	3	0
42.556	52	2	0	0	67.897	52	1	2	2	84.070	13	3	1	1
45.900	28	0	2	1	68.265	61	0	2	3	85.101	2	0	2	4
50.234	109	1	1	2	68.488	65	3	0	1	87.303	1	2	2	2
50.677	5	0	0	3	73.565	22	0	1	4	87.645	2	0	3	3
54.983	38	2	0	2	75.843	25	0	3	2					

73-1253Quality: C

CAS Number:

Molecular Weight: 158.50
Volume[CD]: 167.62
Dx: 3.140 Dm:

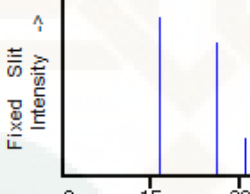
Sys: Orthorhombic
Lattice: Primitive
S.G.: Pbam (55)
Cell Parameters:
a 7.566 b 7.682 c 2.884
 $\alpha \quad \beta \quad \gamma$

I/Icor: 0.60
Rad: CuK α 1
Lambda: 1.54060
Filter:
d-sp: calculated

ICSD #: 023726

Mineral Name:
Mullite, syn

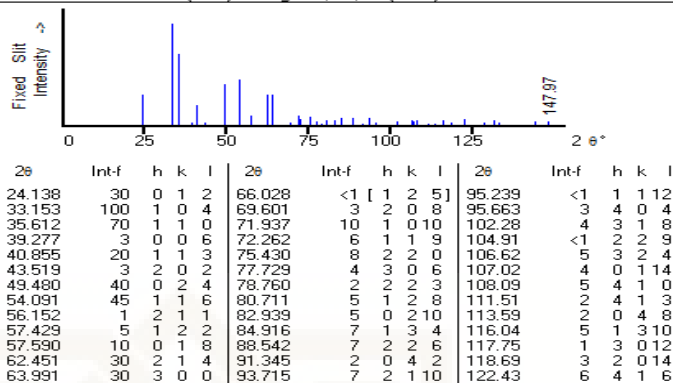
Al2.35 Si6.4 O4.82
Aluminum Silicon Oxide
Ref: Calculated from ICSD using POWD-12++, (1997)
Ref: Durovic, S., Chem. Zvesti, 23, 113 (1969)



2θ	Int-f	h	k	i	2θ	Int-f	h	k	i	2θ	Int-f	h	k	i
16.431	999 *	1	1	0	41.037	265	2	1	1	53.601	33	2	3	
23.138	5	0	2	0	42.600	247	2	3	0	53.821	109	3	2	
23.498	2	2	0	0	42.863	51	3	2	0	53.994	122	4	2	
25.995	391	1	2	0	46.056	1	2	2	1	57.617	144	0	4	
26.238	834	2	1	0	47.293	26	0	4	0	58.289	33	4	0	
30.983	230	0	0	1	48.064	35	4	0	0	59.013	1	1	4	
33.213	622	2	2	0	48.889	44	1	4	0	59.634	4	4	1	
35.266	510	1	1	1	49.035	25	1	3	1	60.675	398	3	3	
37.033	132	1	3	0	49.411	137	3	1	1	60.835	214	4	3	
37.504	10	3	1	0	49.594	77	4	1	0	61.541	10	1	5	
39.250	316	2	0	1	50.770	5	3	3	0	62.508	5	5	1	
40.874	428	1	2	1	53.464	54	2	4	0	63.086	20	2	4	

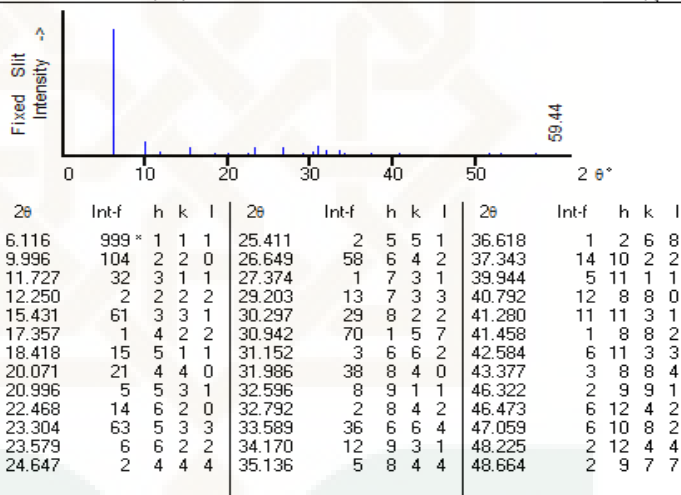
33-0664 Quality: *
 CAS Number: 1309-37-1
 Molecular Weight: 159.69
 Volume[CD]: 301.93
 Dx: 5.270 Dm: 5.260
 Sys: Rhombohedral
 Lattice: Rhomb-centered
 S.G.: R3c (167)
 Cell Parameters:
 a 5.035 b c 13.748
 SS/FOM: F30=69(.0111, 39)
 I/Cor: 2.4
 Rad: CuK α 1
 Lambda: 1.540598
 Filter:
 d-sp: diffractometer
 Mineral Name:
 Hematite, syn
 Also called:
 burnt ochre
 colcothar
 rouge

Fe2 O3
 Iron Oxide
 Ref: Natl. Bur. Stand. (U.S.) Monogr. 25, 18, 37 (1981)



39-0218 Quality: C
 CAS Number:
 Molecular Weight: 17425.48
 Volume[CD]: 15677.56
 Dx: Dm:
 Sys: Cubic
 Lattice: Face-centered
 S.G.: Fd3 (203)
 Cell Parameters:
 a 25.02 b c
 SS/FOM: F30=334(.0023, 39)
 I/Cor:
 Rad: CuK α
 Lambda: 1.5418
 Filter:
 d-sp: calculated
 Also called:
 Zeolite X, (Na)

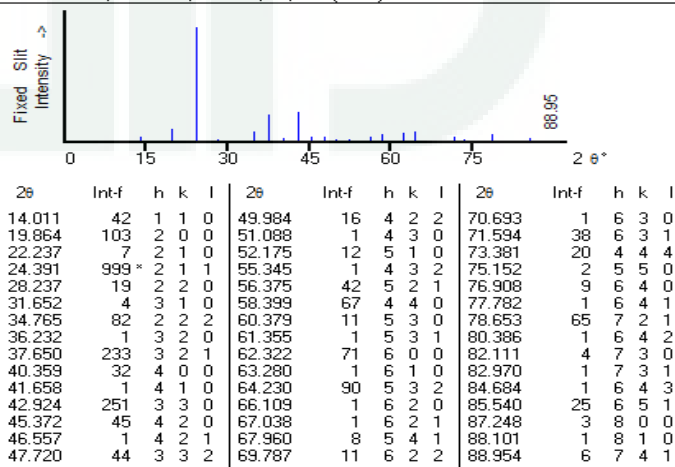
Na88 Al88 Si104 O384 · 220 H2 O
 Sodium Aluminum Silicate Hydrate
 Ref: von Ballmoos, R., Collection of Simulated XRD Powder Patterns For Zeolites, (1984)



PDF # 810106, Wavelength = 1.54060 (Å)

81-0106 Quality: C
 CAS Number:
 Molecular Weight: 1058.11
 Volume[CD]: 712.60
 Dx: 2.466 Dm:
 Sys: Cubic
 Lattice: Primitive
 S.G.: P43n (218)
 Cell Parameters:
 a 8.932 b c
 I/Cor: 4.52
 Rad: CuK α 1
 Lambda: 1.54060
 Filter:
 d-sp: calculated
 ICSD #: 071433
 Mineral Name:
 Sodalite syn

Na8 (Al6 Si6 O24) Br2
 Sodium Aluminum Silicate Bromide
 Ref: Calculated from ICSD using POWD-12++, (1997)
 Ref: Nielsen, N.C et al., Zeolites, 11, 622 (1991)



PDF # 896322, Wavelength = 1.54060 (Å)

89-6322 Quality: C

CAS Number:

Molecular Weight: 1409.73

Volume[CD]: 1019.52

Dx: 2.296 Dm:

Sys: Monoclinic

Lattice: End-centered

S.G.: C2/c (15)

Cell Parameters:

a 14.23 b 9.983 c 10.006

 α β 134.21 γ

I/lor: 0.51

Rad: CuK α 1

Lambda: 1.54060

Filter:

d-sp: calculated

ICSD #: 087553

Also called:

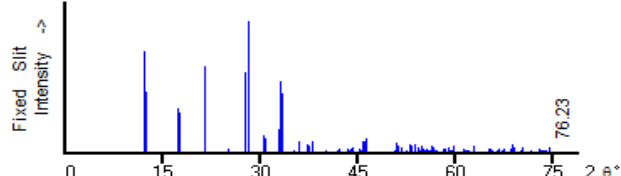
Zeolite P [Na]

Na8 (Al8 Si8 O32) (H2O)15.17

Sodium Aluminum Silicon Oxide Hydrate

Ref: Calculated from ICSD using POWD-12++

Ref: Albert, B.R et al., Microporous Mesoporous Mater., 21, 133 (1998)



2θ	Int-f	h	k	l	2θ	Int-f	h	k	l	2θ	Int-f	h	k	l
12.393	763	1	1	0	35.148	15	4	0	0	44.295	36	4	4	2
12.514	456	1	1	1	35.953	82	0	4	0	44.295	36	6	2	4
17.366	331	2	0	0	37.381	63	3	1	1	45.315	31	5	1	0
17.713	302	2	0	2	37.513	49	5	1	1	45.476	21	1	1	3
17.713	302	0	2	0	37.788	11	3	3	0	45.624	8	3	3	1
21.517	227	3	1	1	38.022	42	3	1	4	45.736	21	1	1	4
21.673	651	0	2	1	38.153	89	5	1	4	45.736	21	5	3	1
21.673	651	2	2	1	38.153	89	3	3	3	45.924	90	2	4	1
24.934	11	2	2	0	39.496	8	2	0	2	46.069	66	4	4	1
24.934	11	4	0	2	39.642	9	4	2	0	46.069	66	7	1	4
25.181	24	2	2	2	39.749	7	6	0	2	46.227	84	2	4	3
27.683	605	3	1	0	39.986	4	2	0	4	46.227	84	5	1	5
28.185	999*	3	1	3	40.189	15	2	4	0	46.298	109	1	5	0
28.185	999*	1	3	1	40.189	15	6	0	4	46.298	109	4	4	3
30.673	132	0	2	2	41.864	14	0	2	3	48.965	3	4	2	1
30.831	109	4	2	2	41.933	11	1	3	2	49.099	10	6	2	1
33.019	172	2	2	1	42.135	25	1	3	3	49.099	10	7	1	2
33.130	534	4	2	1	42.135	25	6	2	3	49.610	2	3	1	5
33.130	534	1	1	3	42.308	15	5	3	3	49.792	10	4	2	5
33.401	451	2	2	3	43.610	24	2	2	2	49.792	10	1	5	1
33.401	451	5	1	3	43.844	12	6	2	2	49.874	8	7	1	5
33.510	325	4	2	3	44.063	28	2	2	4	49.874	8	3	5	2
33.510	325	3	3	2	44.175	24	0	4	2	50.886	18	0	0	4

PDF # 882371, Wavelength = 1.54060 (Å)

88-2371 Quality: C

CAS Number:

Molecular Weight: 1821.06

Volume[CD]: 1749.25

Dx: 1.729 Dm:

Sys: Cubic

Lattice: Primitive

S.G.: Pm3m (221)

Cell Parameters:

a 12.04 b c

 α β γ

I/lor: 17.27

Rad: CuK α 1

Lambda: 1.54060

Filter:

d-sp: calculated

ICSD #: 041553

Also called:

Zeolite A Zn-exchanged,

evacuated,

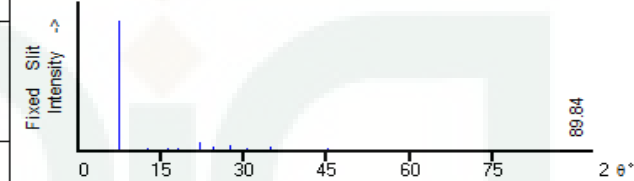
syn

Zn6 Al12 Si12 O48

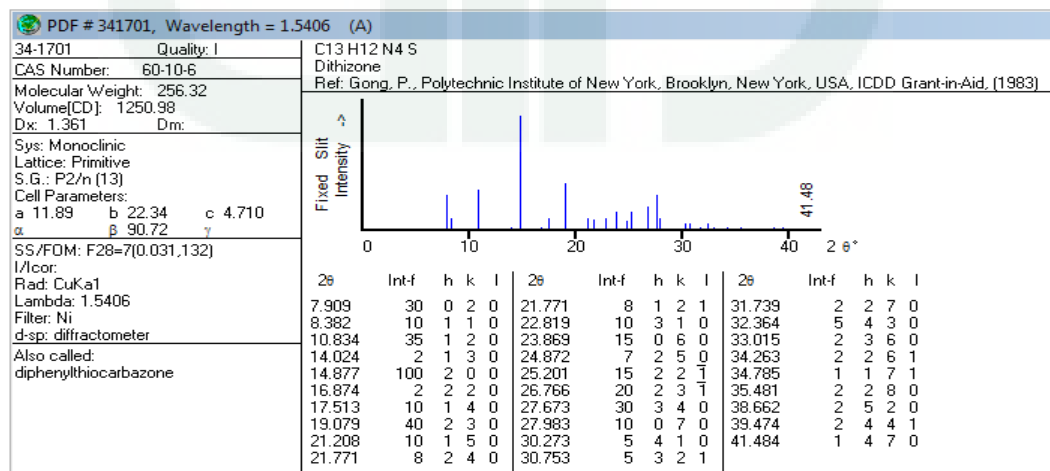
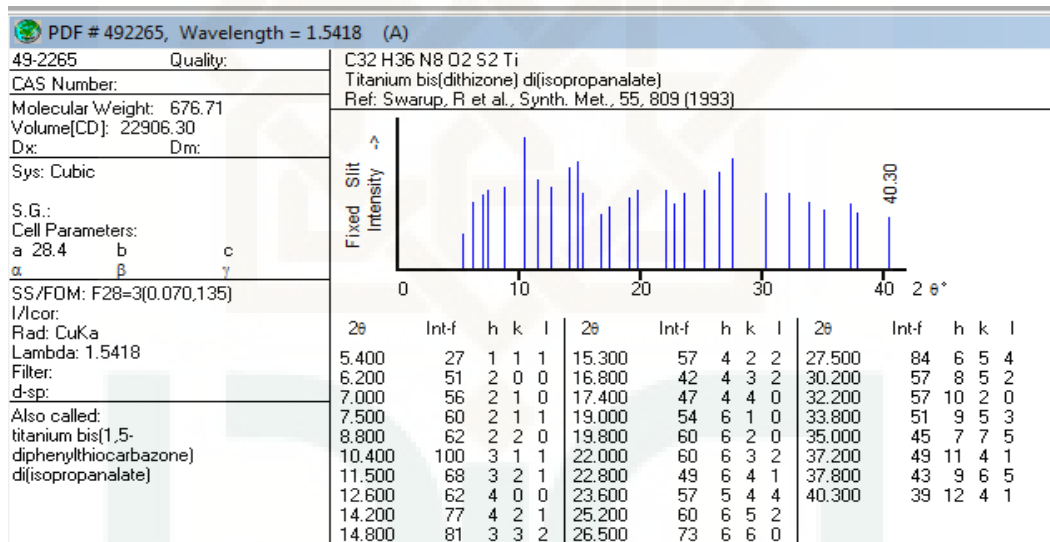
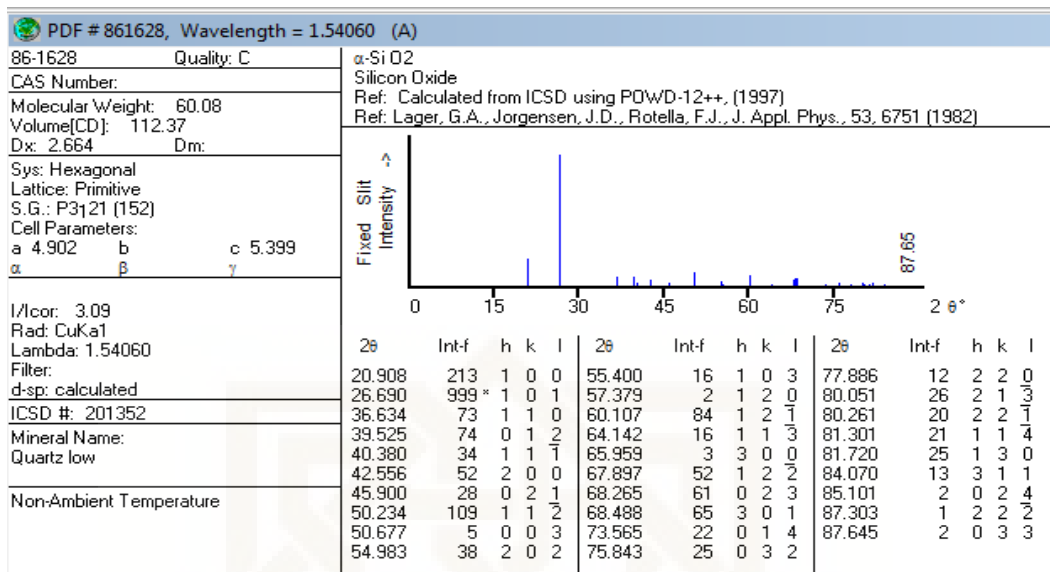
Zinc Aluminum Silicate

Ref: Calculated from ICSD using POWD-12++

Ref: McCusker, L.B., Seff, K., J. Phys. Chem., 85, 405 (1981)



2θ	Int-f	h	k	l	2θ	Int-f	h	k	l	2θ	Int-f	h	k	l
7.331	999*	1	0	0	42.403	1	4	4	0	60.449	1	7	3	2
10.375	1	1	1	0	43.093	3	5	2	2	62.052	2	7	4	0
12.715	13	1	1	1	43.774	2	5	3	0	62.581	1	5	5	4
14.692	1	2	0	0	44.447	2	5	3	1	63.107	1	7	3	3
16.438	14	2	1	0	45.112	12	6	0	0	63.631	1	8	2	0
18.019	19	2	1	1	45.769	3	6	1	0	64.153	2	7	4	2
20.835	1	2	2	0	46.419	1	6	1	1	64.672	1	6	5	3
22.115	57	3	0	0	47.699	1	6	2	0	65.704	3	6	6	0
23.327	1	3	1	0	48.329	2	4	4	3	66.217	1	8	3	0
24.483	24	3	1	1	48.953	2	5	4	1	66.727	5	7	4	3
26.654	2	3	2	0	49.571	1	5	3	3	67.236	2	7	5	1
27.679	44	3	2	1	50.183	1	6	2	2	67.743	1	6	6	2
29.633	1	4	0	0	50.790	1	6	3	0	68.249	5	8	3	2
30.567	22	4	1	0	51.392	1	6	3	1	69.753	1	8	4	0
31.475	3	3	3	0	53.169	1	7	0	0	70.252	2	8	4	1
32.361	7	3	3	1	53.751	8	5	5	0	70.749	7	8	3	3
33.226	1	4	2	0	54.330	1	5	5	1	71.244	1	7	5	3
34.071	11	4	2	1	54.904	1	6	4	0	71.738	1	8	4	2
34.898	26	3	3	2	55.475	5	6	4	1	72.230	1	9	2	0
36.504	2	4	2	2	56.042	1	5	5	2	72.721	2	6	5	5
37.284	5	5	0	0	57.163	1	6	4	2	73.700	1	6	6	4
38.050	3	5	1	0	57.719	1	5	4	4	74.188	1	8	4	3
38.804	7	5	1	1	58.272	1	7	3	0	74.673	1	7	5	4
40.275	2	5	2	0	58.820	2	5	5	3	75.159	1	9	3	1
40.994	1	5	2	1	59.909	5	6	5	0	76.126	1	8	5	2



Curriculum Vitae

Nama : Abdullah Faqih
 Tempat, Tanggal Lahir : jepara, 26 Februari 1994
 Alamat : Rt.03/02, Pendem, Kembang, Jepara
 Alamat Jogja : Jl. Janti Gg. Bakung 9B, Jomblang,
 RT/RW01/01, Karangbendo, Banguntapan,
 Bantul, Yogyakarta 55198
 Agama : Islam
 Pendidikan : SMA
 Status Pernikahan : Belum Menikah
 Agama : Islam
 No. Handphone : 0857 4192 1431
 Email : sincefaqih@gmail.com



Riwayat Pendidikan

TK : TK Tarbiatul Atfal (1998 s/d 1999)
 SD : MI Miftahul Ulum Kembang (1999 s/d 2005)
 SMP : MTs Hasyim Asy'ari Bangsri (2005 s/d 2008)
 SMA : SMA Hasyim Asy'ari Bangsri (2008 s/d 2011)
 S1 : UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta – KIMIA (2011- Sekarang)

Saat ini mahasiswa semester VIII di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga
 Yogyakarta Jurusan **Kimia**