



**SINTESIS ZEOLIT Y DARI LUMPUR LAPINDO  
DENGAN VARIASI PERBANDINGAN BERAT  
NaOH/LUMPUR DAN MOLAR  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$**

**SKRIPSI**

Oleh

**Rizky Frambudi  
NIM 131810301027**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2020**



**SINTESIS ZEOLIT Y DARI LUMPUR LAPINDO DENGAN  
VARIASI PERBANDINGAN BERAT NaOH/LUMPUR DAN  
MOLAR  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Kimia (S1) dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh  
**Rizky Frambudi**  
**NIM 131810301027**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2020**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Almamater tercinta, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
2. Ibunda Sri Muryani serta Ayahanda Sugeng Sismujarko yang senantiasa sabar dan ikhlas memberikan doa, cinta, kasih sayang, nasehat, teladan serta pengorbanan yang tiada henti selama ini;
3. Segenap keluarga besar dan saudara-saudara, Kakek Slamet Siswojo(Alm) dan Sukandar (Alm), Nenek Yaumi (Alm) dan Sulastri (Alm), atas doa, dukungan, nasehat dan motivasi selama ini;
4. Pengasuh Pondok pesantren Al Jauhar Ibu Nyai Lilik Istiqomah atas doa, dukungan dan bimbingan selama ini;
5. Bapak/Ibu guru TK RA Kusuma Mulya Krecek, SDN Krecek II, MTsN 1 Pare, MAN 4 Kediri, Ustad Pondok Pesantren Al Jauhar, Bapak/Ibu dosen jurusan Kimia, teknisi jurusan Kimia, dan segenap karyawan FMIPA Universitas Jember yang telah membimbing dan memberikan ilmu, serta pengalamannya;
6. Kawan-kawan Kimia 2013 (TITANIUM), keluarga besar jurusan Kimia FMIPA Universitas Jember, kawan-kawan Ponpes Al jauhar terimakasih atas semangat, bantuan, saran dan kenangan indah yang telah diberikan;
7. Sahabat seperjuangan Rixzal H (Alm)., Ibnu S (Alm)., Maftuh., Aditya F., Yusuf H.A., Deys S.M., Umi S.N., terima kasih atas doa, motivasi, keceriaan dan kebersamaan sealam ini;
8. Semua pihak yang telah berkontribusi namun tidak dapat disebutkan satu persatu.

**MOTO**

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu(urusan) yang lain. Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya Kamu berharap”  
(terjemahan Surat *Al Insyirah*: 6-8 \*)

“Allah menghendaki kemudahan bagimu, dan tidak menghendaki kesulitan bagimu” (terjemahan Surat *Al Baqarah*: 185 \*)

“Allah akan mengangkat (derajat) orang-orang yang beriman di antaramu Dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa Derajat” (terjemahan Surat *Al Mujadalah*: 11 \*)

---

\*) Departemen Agama Republik Indonesia. 2008. *Al-Quran dan Terjemahannya*. Bandung: Cv. Diponegoro.

**PERNYATAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rizky Frambudi

NIM : 131810301027

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Sintesis Zeolit Y Dari Lumpur Lapindo Dengan Variasi Perbandingan Berat NaOH/Lumpur Dan Molar  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali apabila dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan merupakan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik yang berlaku jika ternyata kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 30 Juli 2020

Yang menyatakan,

Rizky Frambudi  
NIM 131810301027

**SKRIPSI**

**SINTESIS ZEOLIT Y DARI LUMPUR LAPINDO  
DENGAN VARIASI PERBANDINGAN BERAT  
NaOH/LUMPUR DAN MOLAR  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$**

Oleh

Rizky Frambudi  
NIM 131810301027

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Novita Andarini, S.Si., M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Tanti Haryati, S.Si., M.Si.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Sintesis Zeolit Y Dari Lumpur Lapindo Dengan Variasi Perbandingan Berat NaOH/Lumpur Dan Molar  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ” karya Rizky Frambudi telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Kamis, 30 Juli 2020

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Anggota I,

Novita Andarini, S.Si., M.Si.  
NIP.197211122000032001

Tanti Haryati, S.Si., M.Si.  
NIP.198010292005012002

Anggota II

Anggota III,

Dwi Indarti, S.Si., M.Si.  
NIP. 197409012000032004

drh.Wuryanti Handayani, M.Si.  
NIP.196008221985032002

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,

Drs. Achmad Sjaifullah, M.Sc.,Ph.D.  
NIP. 195910091986021001

## RINGKASAN

**Sintesis Zeolit Y Dari Lumpur Lapindo Dengan Variasi Perbandingan Berat NaOH/Lumpur Dan Molar SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**; Rizky Frambudi, 131810301027; 2020: 41 halaman; Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Lumpur lapindo merupakan suatu limbah yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembentukan zeolit. Zeolit merupakan suatu mineral dengan komponen utama yaitu silika dan alumina. Zeolit yang disintesis pada penelitian ini adalah zeolit Y. Zeolit Y merupakan mineral aluminosilikat yang tinggi kandungan silikanya sehingga dapat dimanfaatkan sebagai katalisator, penukar ion dan adsorben. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pengaruh rasio berat NaOH/lumpur dan rasio molar SiO<sub>2</sub>/ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> terhadap karakter zeolit Y yang dihasilkan. Sintesis zeolit Y dilakukan dengan cara metode peleburan yang diikuti dengan proses hidrotermal. Perbandingan berat NaOH/Lumpur yang dimaksudkan pada penelitian ini adalah mevariasikan berat NaOH yang ditambahkan ke dalam berat lumpur yang dibuat konstan yaitu 1,1 gram NaOH/1 gram lumpur; 1,3 gram NaOH/1 gram lumpur; 1,5 gram NaOH/1 gram lumpur; dan 1,7 gram NaOH/1 gram lumpur. Variasi molar SiO<sub>2</sub>/ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang dimaksudkan pada penelitian ini adalah memvariasikan konsentrasi molar SiO<sub>2</sub> dengan membuat konstan konsentrasi Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yaitu 7,35 molar SiO<sub>2</sub>/1 molar Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> , 8,35molar SiO<sub>2</sub>/1 molar Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan 9,35 molar SiO<sub>2</sub>/1 molar Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Lumpur dalam penelitian ini sebelumnya dilakukan *pretreatment* menggunakan HCl pada proses *leaching* dan NaOH untuk peleburan. Proses Peleburan menggunakan 4 variasi Perbandingan berat NaOH/Lumpur yaitu 1,1/1; 1,3/1 dst. Lumpur hasil peleburan dari keempat variasi dikarakterisasi menggunakan XRF. Hasil karakterisasi digunakan sebagai dasar untuk menentukan massa SiO<sub>2</sub> dan NaOH yang perlu ditambahkan dalam sintesis. Sebelum disintesis lumpur hasil peleburan diperam selama 48 jam



pada suhu kamar. Proses selanjutnya sintesis, sampel dihidrotermal menggunakan autoklaf dan dimasukkan ke dalam oven pada suhu 100-105°C selama 24 jam. Hasil zeolit sintesis yang dihasilkan berwarna putih, kemudian dilakukan karakterisasi menggunakan XRF dan XRD.

Hasil Karakterisasi pada variasi perbandingan berat NaOH/lumpur dapat dilihat dari hasil XRF. Berdasarkan data analisis XRF menunjukkan semakin tinggi rasio kandungan unsur logam yang dibutuhkan semakin meningkat dan juga diikuti penurunan kandungan logam yang tidak dibutuhkan. Difraktogram hasil analisis XRD keempat sampel memiliki pola yang tidak jauh berbeda. Perbedaan yang terlihat jelas pada difraktogram diatas adalah rasio 1,3 karena terlihat datar dan tidak muncul puncak diantara sudut  $2\theta$  10°-15°. Puncak tersebut dihasilkan zeolit hasil sintesis variasi rasio berat NaOH/lumpur rasio 1,1; 1,5; dan 1,7. Ukuran kristal dari zeolit Y hasil sintesis dapat dihitung menggunakan persamaan *Debye Schereer*. Berdasarkan perhitungan rasio NaOH/lumpur 1,5 memiliki ukuran kristal terkecil. Berdasarkan hasil XRF, XRD dan ukuran kristal variasi NaOH/lumpur 1,5 yang terbaik sehingga dipilih sebagai bahan untuk melakukan variasi molar.

Hasil XRF variasi molar  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  menunjukkan bahwa semakin tinggi rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  kandungan logam yang dibutuhkan semakin menurun diikuti dengan kenaikan unsur logam yang tidak dibutuhkan. Pola difraktogram yang dihasilkan variasi molar  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  menunjukkan rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  7,35 dapat dikatakan memiliki pola difraktogram yang lebih mirip dengan difraktogram zeolit Y standar jika dibandingkan dengan kedua sampel lainnya, karena muncul Sudut  $2\theta$  6,31° dan 24,26° merupakan ciri dari zeolit Y standar. Berdasarkan perhitungan ukuran kristal pada zeolit Y hasil sintesis variasi molar  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  memiliki rata-rata ukuran kristal dari urutan terkecil hingga terbesar adalah rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  7,35; rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  8,35; dan rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  9,35. Jadi dapat dikatakan bahwa zeolit Y rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  7,35 memiliki derajat kristalinitas terbesar karena semakin kecil ukuran kristal menghasilkan struktur kristal yang semakin rapat dan teratur sehingga menyebabkan derajat kristalinitas semakin tinggi

## PRAKATA

Puji syukur atas segala rahmat dan hidayah yang dilimpahkan Allah SWT, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Sintesis Zeolit Y Dari Lumpur Lapindo Dengan Variasi Perbandingan Berat NaOH/Lumpur Dan Molar  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ” .Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan pengarahan Berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Drs. Achmad Sjaifullah, M.Sc.,Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
2. Dr. Bambang Piluharto, S.Si., M.Si selaku ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
3. Novita Andarini, S.Si., M.Si selaku Dosen Pembimbing Utama dan Tanti Haryati, S.Si., M.Si selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah membimbing, meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam penulisan skripsi ini;
4. Dwi Indarti, S.Si.,M.Si. selaku Dosen Penguji I dan drh. Wuryanti Handayani, M.Si. selaku Dosen Penguji II yang telah meluangkan waktu untuk menguji serta memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
5. drh.Wuryanti Handayani, M.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing akademik ;
6. Segenap dosen pengajar Jurusan Kimia FMIPA Universitas Jember.

Penulis berharap semoga setiap kalimat yang telah tertulis dalam skripsi ini dapat bermanfaat sebagai ilmu pengetahuan bagi pembaca.

Jember, Juli 2020

Penulis

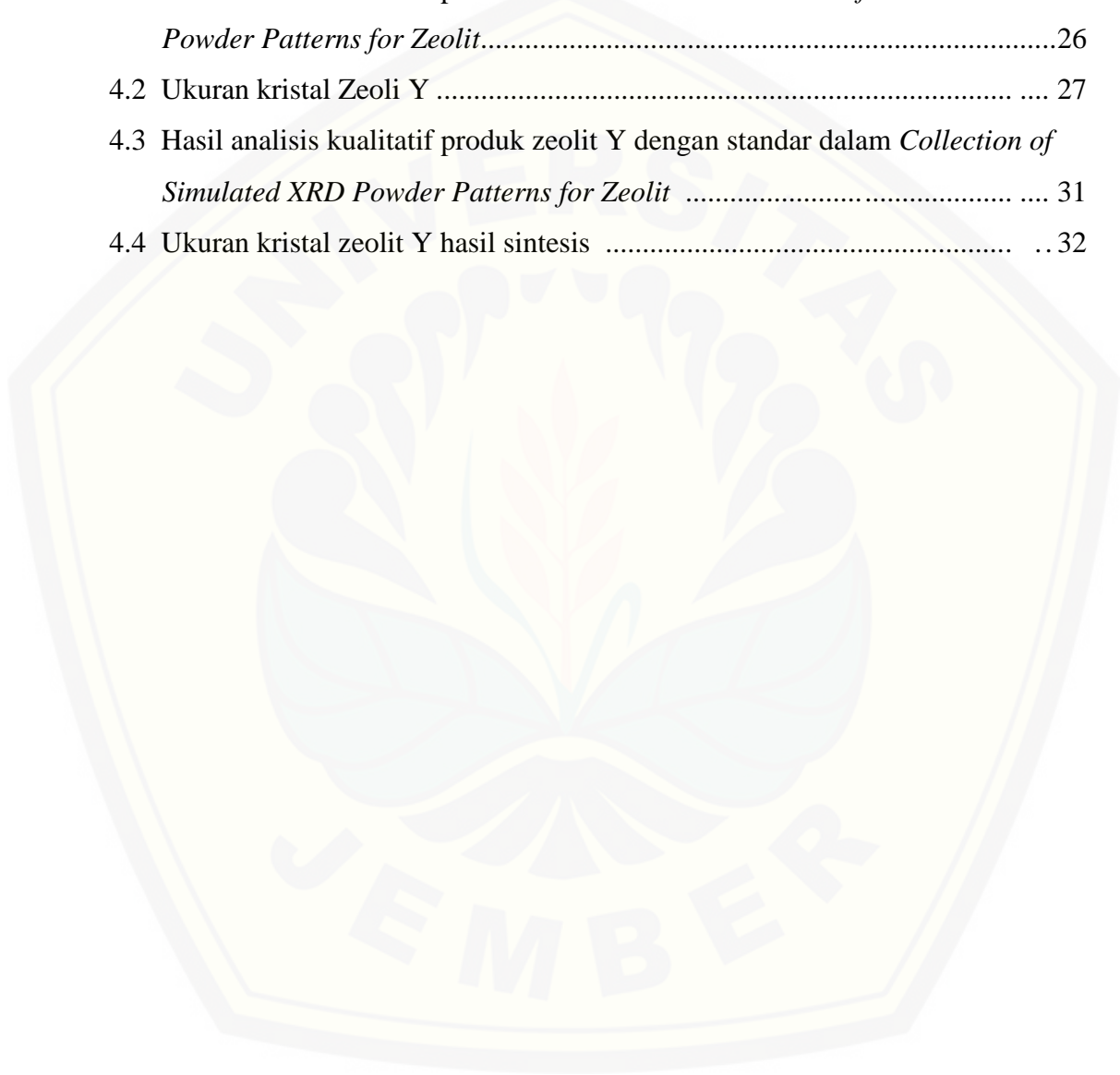
**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PEMBIMBING</b> .....	vi
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....	3
<b>1.4 Batasan Masalah</b> .....	3
<b>1.5 Manfaat penelitian</b> .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>2.1 Lumpur Lapindo</b> .....	5
<b>2.2 Zeolit</b> .....	6
<b>2.3 Sintesis Zeolit</b> .....	8
<b>2.4 Hidrotermal</b> .....	10
<b>2.5 Zeolit Y</b> .....	12
2.5.1 X-ray Fluorescne (XRF).....	12
2.5.2 X-ray Diffraction (XRD).....	14
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	16
<b>3.1 Tempat dan Waktu Penelitian</b> .....	16

<b>3.2 Alat dan Bahan</b> .....	16
3.2.1 Alat .....	16
3.2.2 Bahan .....	16
<b>3.3 Diagram Alir Penelitian</b> .....	17
<b>3.4 Prosedur Penelitian</b> .....	18
3.4.1 Preparasi Pembuatan Larutan .....	18
a. Pembuatan Larutan HCl 2 M .....	18
3.4.2 <i>Pretreatment</i> .....	18
a. Preparasi Sampel .....	18
b. <i>Leaching</i> .....	18
c. Peleburan Alkali .....	18
3.4.3 Sintesis dan Karakterisasi Zeolit Y .....	19
a. Pembuatan Larutan .....	19
b. Proses Hidrotermal .....	19
c. Karakterisasi Zeolit .....	19
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	20
<b>4.1 Karakter Zeolit Y Variasi Perbandingan Berat NaOH/Lumpur</b> .....	20
4.1.1 Komposisi Material Awal Atau Precursor Zeolit Y.....	20
4.1.2 Struktur Kristal Zeolit Y .....	25
<b>4.2 Karakter Zeolit Y Variasi Molar SiO<sub>2</sub>/ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> .....	28
4.2.1 Komposisi Zeolit Y.....	28
4.2.2 Struktur Kristal Zeolit Y .....	30
<b>BAB 5. PENUTUP</b> .....	35
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	35
<b>5.2 Saran</b> .....	35
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	36
<b>LAMPIRAN</b> .....	41

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Komposisi lumpur lapindo .....	..6
4.1 Hasil analisis kualitatif produk zeolit Y dalam <i>Collection of Simulated XRD Powder Patterns for Zeolit</i> .....	26
4.2 Ukuran kristal Zeoli Y .....	27
4.3 Hasil analisis kualitatif produk zeolit Y dengan standar dalam <i>Collection of Simulated XRD Powder Patterns for Zeolit</i> .....	31
4.4 Ukuran kristal zeolit Y hasil sintesis .....	..32



**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
2.1 Struktur kerangka zeolit faujasite.....	7
2.2 Mekanisme kristalisasi sintesis zeolit.....	12
2.3 Proses terjadinya sinar-x.....	13
2.4 <i>Cage Building Units</i> .....	11
3.1 Diagram alir penelitian .....	17
4.1 Komposisi lumpur hasil analisa XRF belum dan setelah proses <i>leaching</i> .....	20
4.2 Komposisi unsur-unsur dalam sampel peleburan pada berbagai variasi perbandingan berat NaOH/lumpur hasil analisa XRF .....	22
4.3 Zeolit Y hasil sintesis dari lumpur .....	24
4.4 Difraktogram zeolit Y standar dan difraktogram zeolit Y perbandingan berat NaOH/lumpur .....	25
4.5 Komposisi unsur-unsur dalam zeolit Y pada berbagai variasi rasio molar SiO <sub>2</sub> / Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> hasil analisa XRF.....	28
4.6 Difraktogram zeolit Y standar dan difraktogram zeolit Y variasi rasio molar SiO <sub>2</sub> / Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	30

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
3.1 Pembuatan larutan HCl 2M .....	41
3.2 Pretreatmen Penentuan komposisi peleburan setiap variasi perbandingan berat NaOH/Lumpur .....	42
3.3 Penentuan massa dan mol masing-masing senyawa berdasarkan data hasil peleburan karakterisasi XRF .....	43
4.1 Penentuan ukuran kristal menurut persamaan <i>Debye Scherrer</i> .....	45
4.2 Perhitungan Rasio Si/Al setiap Variasi.....	48
4.3 Perhitungan Jumlah Kation Setiap Variasi.....	49
4.4 Hasil Analisa XRD Zeolit Y Variasi Perbandingan Berat NaOH/lumpur 1,1 .....	50
4.5 Hasil analisa XRD Zeolit Y Variasi Perbandingan Berat NaOH/lumpur NaOH/lumpur 1,3 .....	52
4.6 Hasil analisa XRD Zeolit Y Variasi Perbandingan Berat NaOH/lumpur 1,5 .....	53
4.7 Hasil analisa XRD Zeolit Y Variasi Perbandingan Berat NaOH/lumpur .....	54
4.8 Hasil analisa XRD zeolit Y rasio molar $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 7,35.....	56
4.9 Hasil analisa XRD zeolit Y rasio molar $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 8,35 .....	58
4.10 Hasil analisa XRD zeolit Y rasio molar $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 9,35.....	59
4.11 Hasil analisa XRF zeolit Y Variasi Perbandingan Berat 1,1 .....	61
4.12 Hasil analisa XRF zeolit Y Variasi Perbandingan Berat 1,3.....	63
4.13 Hasil analisa XRF Variasi Perbandingan Berat 1,5.....	65
4.14 Hasil analisa XRF Variasi Perbandingan Berat 1,7.....	67
4.15 Hasil analisa XRF Sampel Lumpur Lapindo .....	82

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Lumpur merupakan bahan material yang melimpah di alam. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Mustopa dan Risanti (2013) karakterisasi pada uji *Energy Dispersive X-ray Spectroscopy* (EDX) menunjukkan bahwa kandungan tertinggi dalam lumpur lapindo adalah senyawa silika dan alumina sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan zeolit. Menurut Jalil, dkk. (2010) Kandungan senyawa yang terdapat pada lumpur lapindo adalah  $\text{SiO}_2$  53,40% ;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  23,80% ;  $\text{Na}_2\text{O}$  5,59% ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  5,47% ; Cl 2,89% ;  $\text{MgO}$  2,62% ;  $\text{CaO}$  2,40% ;  $\text{K}_2\text{O}$  1,63% ;  $\text{SO}_3$  1,24%.

Zeolit adalah mineral alumina silikat terhidrat yang tersusun atas tetrahedral-tetrahedral alumina ( $\text{Al}_4^{5-}$ ) dan silika ( $\text{SiO}_4^{4-}$ ) yang dihasilkan dari proses hidrothermal pada batuan beku. Proses pembentukan kristal zeolit terjadi saat  $\text{SiO}_2$  dan  $[\text{AlO}_4]^-$  masing-masing membentuk struktur tetrahedral yang akan menyatu membentuk kerangka dengan cara atom O sebagai atom pengikat keduanya. Zeolit berdasarkan pembentukannya dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu zeolit alam dan zeolit sintesis. Zeolit alam memiliki beberapa kekurangan antara lain kristalinitas yang rendah sehingga mengurangi kemampuannya sebagai absorben dan katalis, untuk mengatasi kelemahan zeolit alam maka dikembangkan zeolit sintesis (Breck, 1974). Berdasarkan penelitian Ahmad (2010) Zeolit yang banyak dikembangkan saat ini adalah zeolit Y. Zeolit Y mempunyai fungsi sebagai katalisator, penukar ion, dan adsorben (Lechert *et al.*, 1996).

Menurut yanti (2009) zeolit Y dengan kristalinitas yang tinggi dapat dibuat dengan melakukan peleburan sebelum melakukan reaksi hidrotermal. Metode peleburan mempunyai prinsip dasar yaitu dengan mencampurkan bahan dasar dengan basa alkali pada suhu tinggi. Jumairi *et al.* (2014) mensintesis zeolit Y dari abu layang dengan variasi standar peleburan bahan dasar dengan basa alkali dengan menggunakan rasio berat 1:1,2-1:1,6. Hasil terbaik didapatkan pada rasio 1:1,5. Metode hidrotermal pada sintesis zeolit Y perlu memperhatikan waktu



peleburan, rasio molar Si/Al, tekanan, suhu dan waktu hidrotermal. Penelitian tentang sintesis zeolit Y telah banyak dilakukan dari berbagai sumber seperti fly ash, abu sekam padi, ampas tebu atau dengan bahan silika dan alumina murni. Anggoro dan Purbasari (2013) mensintesis zeolit Y dari abu sekam padi dengan metode hidrotermal dengan melakukan variasi waktu 24, 48 dan 72 jam pada variasi suhu 100 dan 150°C. Hasil terbaik didapatkan pada suhu 100°C selama 48 jam dengan tingkat kristalinitas sebesar 74%. Sang et al. (2005) juga berhasil melakukan sintesis zeolit Y dari bahan kimia murni dengan perbandingan komposisi 10 Na<sub>2</sub>O: 1 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 15 SiO<sub>2</sub>: 300 H<sub>2</sub>O pada suhu 100°C dengan ukuran kristal yang dihasilkan sebesar <0,4 μm. Sintesis zeolit Y dengan sumber silika dari lumpur lapindo telah dilakukan oleh Toto (2016) dengan perbandingan komposisi 10 Na<sub>2</sub>O: 1 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 15 SiO<sub>2</sub>: 300 H<sub>2</sub>O yang menghasilkan rasio Si/Al sebesar 2,43. Metode yang digunakan adalah metode sol gel dengan variasi suhu hidrotermal 60°C, 80°C dan 100°C. Hasil terbaik didapatkan pada suhu 80°C dengan tingkat kemiripan zeolit faujasite sebesar 28,2%.

Sintesis zeolit dengan metode hidrotermal selain dipengaruhi oleh suhu, juga dipengaruhi oleh waktu pemeraman. Pemeraman dapat mempercepat proses kristalinitas pada suhu rendah (Byrappa dan Yoshimura, 2001). Penelitian Kondru et al. (2011) mensintesis zeolit Y dari abu layang batu bara dengan memvariasikan waktu pemeraman, suhu dan waktu hidrotermal. Kristalinitas yang dihasilkan sebesar 65,79% pada suhu dan waktu hidrotomal 100°C selama 17 jam dengan luas permukaan maksimum 160 m<sup>2</sup>/g pada waktu pemeraman 10 jam. Zahro et al. (2014) telah melakukan sintesis zeolit Y dari ampas tebu sebagai sumber silika dengan memvariasikan rasio molar SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Rasio Si/Al dilakukan sebanyak 3 variasi yaitu 2, 2,5, dan 3. Hasil sintesis zeolit Y terbaik didapatkan pada rasio SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2,5 dengan sedikit campuran zeolit P.

Berdasarkan penelitian Toto (2016) sintesis zeolit Y telah berhasil dilakukan dengan perbandingan rasio molar 10 Na<sub>2</sub>O: 1 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 15 SiO<sub>2</sub>: 300 H<sub>2</sub>O. Pada penelitian ini dilakukan sintesis zeolit Y dengan variasi rasio molar NaOH/lumpur. Variasi rasio molar NaOH/lumpur yang digunakan adalah 1,1; 1,3; 1,5; dan 1,7. Variasi rasio Si/Al dilakukan dengan memvariasikan

perbandingan komposisi  $\text{SiO}_2$  pada konsentrasi 7,35; 8,35 dan 9,35 mol dengan konsentrasi  $\text{Al}_2\text{O}_3$  yang dibuat tetap pada konsentrasi 1 mol. Pemeraman dilakukan selama 48 jam, selanjutnya di hidrotermal pada suhu  $\pm 100^\circ\text{C}$  selama 24 jam. Lumpur dalam penelitian ini sebelumnya dilakukan *pretreatment* menggunakan HCl dan NaOH. Hasil sintesis zeolit Y dari lumpur lapindo ini dikarakterisasi dengan menggunakan *X-Ray Fluorescence* (XRF) untuk mengetahui kandungan yang ada dalam lumpur. *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk mengidentifikasi kemurnian zeolit hasil sintesis.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh rasio berat NaOH/lumpur terhadap karakter zeolit Y?
2. Bagaimana pengaruh variasi rasio molar  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  terhadap karakter zeolit Y?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh rasio berat NaOH/lumpur terhadap karakter zeolit Y.
2. Mengetahui pengaruh rasio molar  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  terhadap karakter zeolit Y.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu dapat memberikan informasi tentang pengaruh rasio berat NaOH/lumpur dan rasio molar  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  untuk menghasilkan zeolit Y berbahan dasar lumpur lapindo dengan berbagai analisis sehingga dapat diketahui hasil yang terbaik dari sintesis yang telah dilakukan.

### 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Lumpur lapindo yang digunakan pada penelitian ini diambil tanpa memperhitungkan cuaca.
2. Sampel diambil secara acak dari daerah Porong – Sidoarjo.
3. Hidrotermal dilakukan pada suhu 100-105<sup>o</sup> C selama 24 jam.
4. Suhu peleburan pada *furnace* yang digunakan adalah 550<sup>o</sup> C.
5. Karakter zeolit yang diuji adalah komposisi unsur-unsur yang terkandung dalam zeolit Y menggunakan XRF dan mengetahui struktur kristal yang terbentuk dalam zeolit (XRD).

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Lumpur Lapindo

Lumpur Lapindo sendiri merupakan suatu bencana keluarnya lumpur panas dari dalam perut bumi karena adanya kesalahan teknis pengeboran oleh PT. Lapindo Tbk pada tahun 2006 di daerah Kecamatan porong, Kabupaten Sidoarjo volume rata-rata lumpur yang keluar setiap harinya pada tahun 2006 yang tercatat oleh BPLS (Badan Penanggulangan lumpur Sidoarjo) mencapai 100.000 m<sup>3</sup>/hari. 12 tahun setelah peristiwa semburan pertama lumpur Lapindo Mengalami penurunan volume menjadi Rp30.000 m<sup>3</sup>/hari. Peristiwa semburan lumpur Lapindo membawa dampak signifikan bagi masyarakat maupun lingkungan. Dampak yang terlihat bagi masyarakat adalah hampir 700 ha kawasan Desa Porong berubah menjadi Kolam Lumpur yang menyebabkan hilangnya pemukiman maupun lahan pertanian dari warga, selain itu dengan adanya penambahan volume dari lumpur yang keluar setiap harinya mengakibatkan semakin tingginya tanggul yang dibuat. Tingginya tanggul penahan ini sewaktu waktu bisa membahayakan masyarakat karena melihat lokasinya yang tepat berseberangan dengan Jalan Raya Surabaya Malang. Dampak lingkungan yang dihadirkan dari lumpur Lapindo sendiri adalah terancamnya kelestarian ekosistem sungai Porong yang selama ini digunakan sebagai sarana pembuangan lumpur menuju ke laut. Melihat berbagai macam ancaman yang dikemukakan diatas banyak kalangan yang melakukan penelitian terhadap lumpur Lapindo untuk mengatasi permasalahan tersebut (Toto, 2011).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Jalil et al.(2010) melakukan penelitian untuk mengetahui zat yang terkandung dalam lumpur Lapindo menggunakan analisa XRF. Hasil dari penelitian ini ditunjukkan oleh Tabel 2.1.

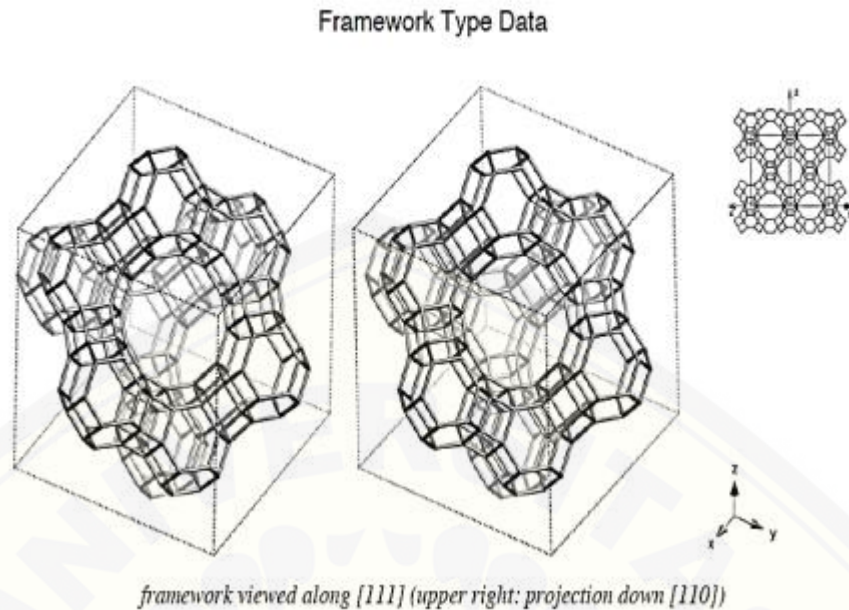
Tabel 2.1 Komposisi lumpur lapindo

Komponen	Komposisi (%)
SiO <sub>2</sub>	53,40
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	23,80
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,47
NaO <sub>2</sub>	5,59
Cl	2,89
MgO	2,62
CaO	2,40
K <sub>2</sub> O	1,63
SO <sub>3</sub>	1,24

## 2.2 Zeolit

Zeolit adalah mineral tambang berwarna abu-abu yang merupakan suatu kristal alumosilikat. Zeolit struktur kerangka hanya tersusun dari polimer senyawa anorganik SiO<sub>4</sub> dan AlO<sub>4</sub><sup>-</sup> dalam bentuk TO<sub>4</sub> tetrahedral dengan atom O sebagai penghubungnya. TO<sub>4</sub> Tetrahedral pada struktur zeolit ini mengakibatkan zeolit mempunyai saluran pori dengan rongga yang teratur. Keteraturan rongga dalam zeolit ini memberikan kemudahan ion logam alkali dan alkali tanah untuk mengisi rongga tersebut sebagai penyeimbang muatan kation Al. Zeolit mempunyai beberapa kegunaan antara lain sebagai katalis, ion exchanger, membran dan lain-lain.

Zeolit Y merupakan salah satu jenis zeolit berpori besar. Zeolit Y termasuk dalam jenis faujasit. Faujasit dapat disintesis menggunakan sumber silika dan alumina seperti zeolit jenis lainnya. Rumus umum zeolit faujasit adalah Na<sub>j</sub>(AlO<sub>2</sub>)<sub>j</sub>(SiO<sub>2</sub>)<sub>192-j</sub>). Zeolit Y tersusun dari mata rantai sangkar sodalit membentuk cincin ganda beranggota 6 dengan oksigen sebagai penghubung kemudian membentuk supercages dengan diameter pori rata-ratanya mencapai 7,4 Å sedangkan rongga dalamnya mempunyai diameter 12 Å yang dikelilingi oleh 10 *solidtaes cages*. Zeolit Y mempunyai struktur poros 3 dengan dimensi dengan pori-pori yang saling tegak lurus dan dibangun dari unit pembangunan 4;6 dan 6-6 (Kasmui dkk, 2008). Struktur zeolit dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Struktur kerangka zeolit faujasite (Baerlocher, 2007)

Ada banyak metode yang dapat diterapkan pada sintesis zeolit Y yang paling sering diterapkan adalah metode hidrotermal. Zeolit Y yang digunakan saat proses sintesis sering kali ditemui dalam bentuk natrium. Materi dasar yang digunakan pada sintesis zeolit merupakan natrium silikat, natrium hidroksida, natrium aluminat, dan sol silika. Zeolit Y akan lebih mudah tersintesis dari gel Si/Al, dengan ada atau tidaknya penambahan benih serta menggunakan molekul organik yang berfungsi sebagai tempat kristalisasi.

Zeolit mempunyai beberapa kegunaan antara lain digunakan sebagai adsorben, katalis, ion exchange dan beberapa aplikasi lainnya. dasar pemanfaatan dari zeolit Y adalah pori dari zeolit Y Lebih besar dari pada zeolit faujasit jenis lain yaitu zeolit X besarnya pori ini berpengaruh pada nilai kestabilan dan kereaktifan zeolit Y yang lebih baik dari zeolit X.

### 2.3 Sintesis Zeolit

Sintesis zeolit Y sendiri mempunyai prinsip dasar antara lain proses kristalisasi serta pembentukan zeolit saat dicampurkan ke sumber alumina dan silika (Yani dkk, 2013). Metode sintesis yang sering diterapkan dalam sintesis zeolit Y adalah metode hidrotermal. Metode hidrotermal merupakan metode sintesis yang melibatkan reaksi kimia secara heterogen dengan media suatu larutan dalam suhu rendah dengan tekanan 1 atm dalam sistem tertutup (Byrappa, 2013).

Saputra dkk (2006) telah melakukan penelitian tentang pembentukan zeolit sintesis dengan metode hidrotermal. Pembentukan zeolit sintesis terjadi saat ada gel yang terkristalisasi pada suhu kamar sampai dengan suhu kurang lebih 200°C pada tekanan atmosfer. Metode ini sangat cocok digunakan pada logam alkali dalam preparasi campuran gel reaktif dengan gel homogen (Breck, 1974). Menurut Septia sintesis zeolit Y sangat dipengaruhi oleh jenis kation yang berfungsi sebagai aktivator sintetis. Aktivator yang sering digunakan dalam sintesis salah satunya adalah NaOH. NaOH nantinya akan bereaksi dengan Al dan Si dengan menambahkan ion  $\text{Na}^+$  prekursor dan nantinya akan tersintesis membentuk material padat dalam proses polimerisasi.

Sang, dkk (2005) berhasil melakukan sintesis terhadap zeolit Y menggunakan komposisi rasio molar  $10 \text{ Na}_2\text{O} : 1,0 \text{ Al}_2\text{O}_3 : 15 \text{ SiO}_2 : 300 \text{ H}_2\text{O}$  dalam suhu kristalisasi antara 60 sampai 100 °C dalam rentang waktu 24 jam. Adanya perbedaan komposisi rasio molar antara  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  berpengaruh pada hasil kristalinitas sintesis zeolit Y. Perbandingan komposisi rasio  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  juga mempengaruhi keasamaan, kristalinitas, ukuran kristal, luas permukaan dari zeolit Y yang terbentuk. Menurut Akbar, dkk. (2011) peningkatan suhu pada sintesis zeolit akan mengakibatkan pembentukan kristal semakin cepat dan ukuran kristal yang dihasilkan semakin meningkat. Menurut Anggoro (2005) temperatur dan waktu kristalisasi mempengaruhi hasil kristalinitas zeolit Y, Karena kondisi optimal sintesis zeolit Y dari sekam padi pada suhu 100°C selama 48 jam. Melihat 2 penelitian tersebut ada perbedaan parameter waktu sintesis zeolit Y di mana Sang, dkk menggunakan parameter waktu 24 jam, sedangkan

parameter yang digunakan oleh Anggoro selama 48 jam, melihat kondisi ini penelitian ini ingin mencari berapa waktu optimal hidrotermal agar menghasilkan zeolite Y terbaik.

Menurut Yanti (2009) Zeolit Y dengan Kristalinitas yang tinggi dapat dibuat dengan melakukan peleburan sebelum melakukan reaksi hidrotermal. Metode peleburan sendiri mempunyai prinsip dasar yaitu dengan mencampurkan bahan dasar dengan basa alkali dengan suhu tinggi. Tujuan metode ini menata ulang komponen suatu silika dengan alumina dari bentuk kuarsa berubah menjadi natrium silikat maupun natrium aluminat. Perubahan ini sangat bermanfaat untuk sintesis zeolit Y karena natrium silikat maupun natrium aluminium merupakan spesies reaktif pada sintesis ini. Setiap proses peleburan di dalamnya akan terjadi proses *Dissolution*. *Dissolution* merupakan proses melepasnya Si dan Al yang disebabkan adanya penambahan basa alkali. Proses ini dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain aktifator, suhu dan waktu peleburan. Berdasarkan data diatas peneliti ingin memberikan variasi konsentrasi peleburan dengan tujuan mengetahui pengaruhnya pada kristalinitas zeolit yang digunakan. Menurut Toto (2016) yang melakukan sintesis zeolit Y dari lumpur Lapindo waktu hidrotermal optimal dari zeolit adalah 24 jam dengan suhu 100 °C. Hal ini dikarenakan dengan bertambahnya waktu reaksi pembentukan kristal zeolit semakin bertambah, yang diikuti dengan penurunan fase amorf selama reaksi berlangsung.

Htay dan Oo (2008) melakukan sintesis zeolit dengan menggunakan perbandingan rasio F2 = 3,53 menggunakan variasi pemeraman 24 jam dan 48 jam serta kalsinasi pada temperatur 100 derajat Celcius menghasilkan hasil yang optimal. Waktu optimal pada penelitian ini adalah 48 jam. Khabuanchalad pada tahun 2008 juga melakukan sintesis zeolit Y menggunakan variasi waktu pemeraman dan waktu kristalisasi. Variasi waktu pemeraman dalam penelitian ini adalah 1, 2 dan 3 hari. Waktu kristalisasi yang digunakan adalah 1, 2, 3, 4, 5 hari pada temperatur 100 °C. Hasil yang didapat adalah waktu pemeraman dan waktu kristalisasi yang paling baik adalah waktu 1 hari, karena menghasilkan zeolit Y paling murni. Proses pemeraman sendiri merupakan proses saat partikel-partikel silika secara lambat akan larut dan melepaskan anion silikat untuk mengitari suatu



sistem larutan, spesi yang telah bereaksi dengan anion aluminat akan mengendap menghasilkan aluminium silikat akibat dari rendahnya kelarutan zat tersebut. Penelitian Ahmad pada tahun 2017 yang melakukan sintesis zeolit Y dari kaolin mengungkapkan bahwa waktu pemeraman 48 jam pada sintesis zeolit dengan kristalinitas sebesar 89%. Besarnya prosentase kristalinitas yang didapat karena semakin lama waktu pemeraman kristalinitas akan semakin tinggi. Hal ini dipengaruhi oleh kekuatan serta kekakuan suatu gel telah meningkat. Peningkatan kekuatan dan kekakuan gel ini menurut Smitha, dkk (2006) menunjukkan bahwa proses pemeraman akan membuat pemutusan dan reprecipitasi dari monomer silika menjadi struktur gel yang lebih kuat. Semakin lamanya waktu pemeraman menyebabkan kristalinitas sampel yang semakin tinggi. Selama proses pemeraman, kekuatan dan kekakuan dari gel meningkat. Hal ini menunjukkan peningkatan derajat reaksi kondensasi dari ikatan silang siloksan (-O-Si-O-) didalam pemutusan dan reprecipitasi silika. Hal inilah penyebab intensitas puncak difraksi menjadi meningkat saat terjadi peningkatan waktu pemeraman akibat penguatan struktur bidang kristal yang terbentuk.

#### **2.4 Hidrotermal**

Hidrotermal sendiri sering diistilahkan sebagai reaksi hidrogen dengan pelarut berair dalam tekanan tinggi serta dalam suhu terjaga dan merekristalisasi suatu bahan tidak larut dalam kondisi biasa. Metode hidrotermal sendiri mempunyai prinsip dasar yaitu sintesis pertumbuhan suatu kristal pada beberapa reaksi pada sejumlah besar pelarut air menggunakan tekanan tinggi untuk melarutkan mineralizer dan rekristalisasi material dengan kelarutan terendah (Rabenau, 2002). Proses hidrotermal sendiri menggunakan suatu bejana khusus yang terbuat dari baja yang tahan akan temperatur dan tekanan tinggi yang bernama autoclave. menurut Byrappa, dkk (2001) ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi hidrotermal antara lain temperatur tekanan dan ketahanan terhadap korosi.

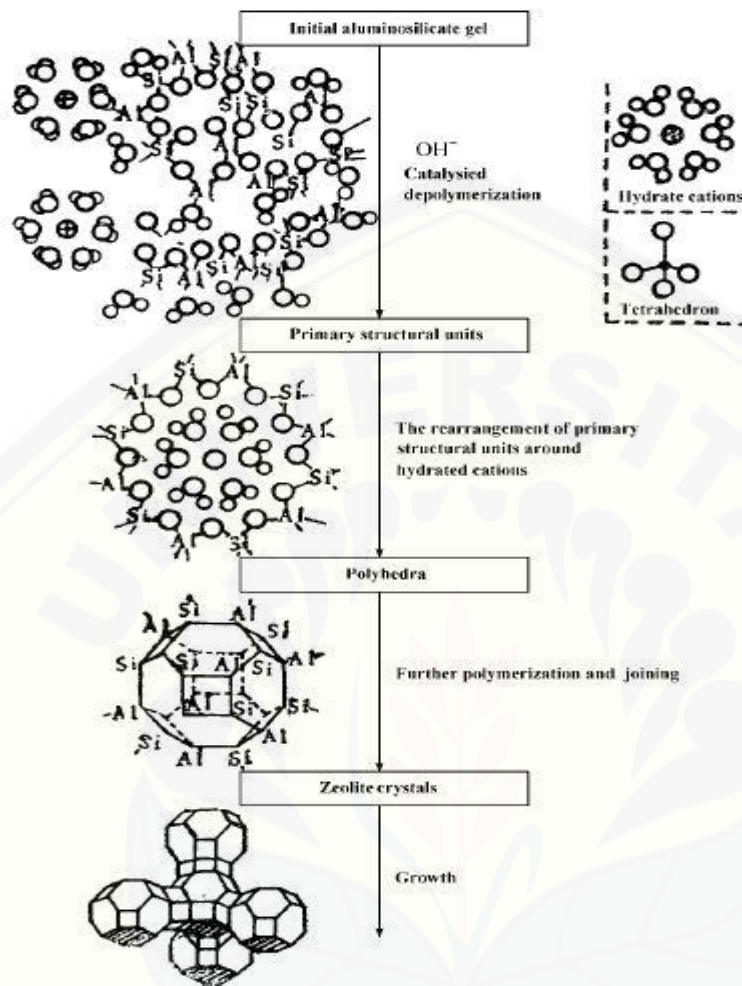
Menurut Rabeneu (2001) metode hidrotermal mempunyai beberapa kelebihan, diantaranya :

- a. Senyawa dengan keadaan oksidasi yang tidak bisa dapat disintesis seperti sintesis feromagnetik chromium (IV)
- b. Metode hidrotermal sangat baik untuk sintesis padatan pada suhu rendah dan sintesis pada senyawa metastabil
- c. Dapat mengurangi biaya produksi karena dilakukan pada suhu yang rendah dengan tekanan yang cukup tinggi
- d. metode hidrotermal tidak membutuhkan waktu yang lama untuk berlangsungnya reaksi sintesis padatan dibandingkan dengan metode konvensional

Sintesis hidrotermal sejauh ini merupakan cara terbaik untuk mensintesis zeolit dalam jumlah besar dan material mikroporous. Kondisi sintesis hidrotermal dapat meningkatkan kemampuan solvasi efektif air, meningkatkan kelarutan reaktan, dan mengaktifkan reaksi dari material sumber yang mengarah kepada penataan ulang dan peleburan dari gel primer yang terbentuk pada tahap pertama dan mengakibatkan peningkatan nukleasi dan laju kristalisasi. Proses sintesis hidrotermal zeolit mempunyai dua tahapan yaitu pembentukan awal gel aluminosilikat terhidrasi dan proses kristalisasi dari gel, meskipun proses kristalisasi dari gel aluminosilikat terhidrasi sangat rumit. Tidak ada kesimpulan yang dicapai untuk menjelaskan proses kristalisasi yang rumit sampai sejauh ini. Namun terlepas dari mekanisme transformasi fasa cair atau padat yang diusulkan sebelumnya, umumnya dapat diterima bahwa proses kristalisasi terdiri dari empat langkah:

1. Kondensasi anion polisilikat dan aluminat
2. Nukleasi zeolit
3. Pertumbuhan inti
4. Pertumbuhan kristal zeolit yang seringkali terjadi pada nukleasi sekunder

Transformasi fasa pada sintesis zeolit dengan metode hidrotermal dapat dilihat pada Gambar 2.2. (Byrappa, 1992).



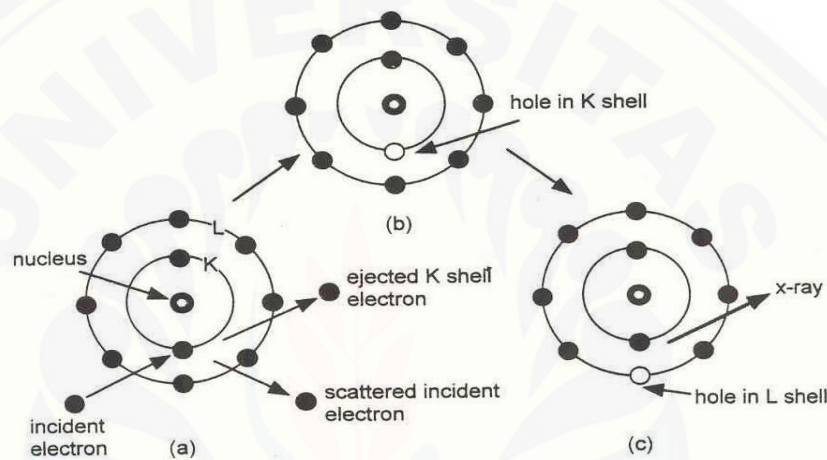
Gambar 2.2. Mekanisme kristalisasi sintesis zeolit

## 2.5 Karakterisasi Sintesis Zeolit Y

### 2.5.1 X-Ray Fluorescence (XRF)

XRF dapat digunakan dalam proses analisis komposisi kimia serta konsentrasi suatu zat yang terkandung dalam sampel secara kuantitatif maupun kualitatif menggunakan metode spektrometri. XRF Sering dimanfaatkan untuk mengetahui elemen utama dalam akurasi tinggi yang dapat dilakukan analisis kualitatif tanpa menggunakan suatu standar dan preparasi minimal. limit deteksi untuk untuk elemen berantara 10-100 ppm, sedangkan untuk elemen yang lebih ringan dari Na tidak dapat terdeteksi (Aurelia, 2005).

XRF merupakan suatu metode yang berfungsi untuk menganalisa suatu bahan secara kualitatif maupun kuantitatif. Prinsip kerja dari XRF yaitu saat atom-atom saling bertumbukan pada permukaan suatu bahan oleh pancaran sinar-x yang berasal dari sumber sinar-x (Jenkin, 1988). Prinsip dasar dari alat ini adalah pemecahan sinar-x pada saat dipancarkan dari suatu unsur karena adanya pengisian kembali orbital kosong oleh elektron pada orbital terdekat dari inti oleh elektron dari orbital terluar. Proses tersebut digambarkan pada gambar 2.3 dibawah ini



Gambar 2.3. Proses terjadinya sinar-x

Menurut Gosseau (2009) XRF mempunyai beberapa kelebihan dan kekurangan antara lain :

Kelebihan XRF : jangkauan elemen hasil analisa akurat, membutuhkan sedikit sampel pada tahap preparasinya (untuk Trace elemen), dapat digunakan untuk analisa elemen mayor (Si, Ti, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K, P) maupun trace elemen ( $>1$  ppm; Ba, Ce, Co, Cr, Cu, Ga, La, Nb, Ni, Rb, Sc, Sr, Rh, U, V, Y, Zr, Zn), akurasi yang tinggi, dapat menentukan unsur dalam material tanpa adanya standar, dapat menentukan kandungan mineral dalam bahan biologi maupun dalam tubuh secara langsung

kekurangan dari XRF : tidak cocok untuk analisa element yang ringan seperti H dan He, analisa sampel cair membutuhkan volume gas helium yang cukup besar, preparasi sampel biasanya membutuhkan waktu yang cukup

lama dan membutuhkan perlakuan yang banyak, tidak dapat mengetahui senyawa apa yang dibentuk oleh unsur-unsur yang terkandung dalam material yang akan kita teliti, tidak dapat menentukan struktur dari atom yang membentuk material itu.

### 2.5.2 X-ray Diffraction (XRD)

Prinsip dari XRD adalah difraksi gelombang sinar X yang mengalami *scattering* setelah bertumbukan dengan atom kristal. Pola difraksi yang dihasilkan merepresentasikan struktur kristal. Dari analisa pola difraksi dapat ditentukan parameter kisi, ukuran kristal, dan identifikasi fase kristalin. Jenis material dapat ditentukan dengan membandingkan hasil XRD dengan katalog hasil difraksi berbagai macam material.

Metode yang dipakai adalah memplot intensitas difraksi XRD terhadap sudut difraksi  $2\theta$ . Intensitas akan meninggi pada nilai  $2\theta$  yang terjadi difraksi, intensitas yang tinggi tersebut dalam grafik terlihat membentuk puncak-puncak pada nilai  $2\theta$  tertentu. Pelebaran puncak bisa diartikan material yang benar-benar amorf, butiran yang sangat kecil dan bagus, atau material yang memiliki ukuran kristal sangat kecil melekat dengan struktur matriks yang amorf. Dari lebar puncak pada grafik XRD, ukuran kristal yang terbentuk dapat dihitung menggunakan persamaan *Scherrer*.

$$D = \frac{0,9\lambda}{\beta \cos\theta} \dots\dots\dots(2.2)$$

D merupakan diameter ukuran kristal,  $\beta$  merupakan lebar puncak pada setengah maksimum atau *Full Width at Half Maximum* (FWHM) dalam derajat,  $\theta$  merupakan sudut difraksi dan  $\lambda$  merupakan panjang gelombang sinar (nm) (Theivasanthi dan Alagar, 2008).

Pola difraksi merupakan plot intensitas sinar terdifraksi sebagai fungsi  $2\theta$  yang memenuhi hukum Bragg :

$$n\lambda = 2d \sin \theta \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana  $\theta$  merupakan sudut difraksi,  $d$  yaitu jarak antar bidang dan  $\lambda$  merupakan panjang gelombang sinar. Ketika sampel diuji, teknik difraksi hanya memberikan tampilan data-data dari struktur. Perubahan panjang kerangka mempengaruhi

posisi puncak difraktogram. Misalnya penggantian ikatan Al-O (1,69 Å) dengan ikatan yang lebih pendek Si-O (1,61 Å) menyebabkan unit-unit sel mengkerut. Hal ini akan menurunkan jarak  $d$  dan menggeser puncak difraksi ke arah  $2\theta$  yang lebih tinggi. Dalam zeolit intensitas dari puncak pada sudut kecil tergantung pada kandungan air antar kristal, sehingga intensitasnya akan menurun dengan adanya dehidrasi. Zeolit murni dengan derajat kristalisasi tinggi akan menghasilkan puncak sempit yang sangat jelas dengan garis yang rendah dan datar (Hamdan, 1992).



## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2019 hingga April 2020 di Laboratorium Kimia Anorganik, Laboratorium Kimia Analitik dan Laboratorium Kimia Organik Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Jember. Karakterisasi XRD dilakukan di Laboratorium Teknik Material dan Metalurgi Institut Teknologi Surabaya. Karakterisasi XRF dilakukan di Laboratorium MIPA Terpadu Universitas Sebelas Maret

### 3.2 Alat dan Bahan

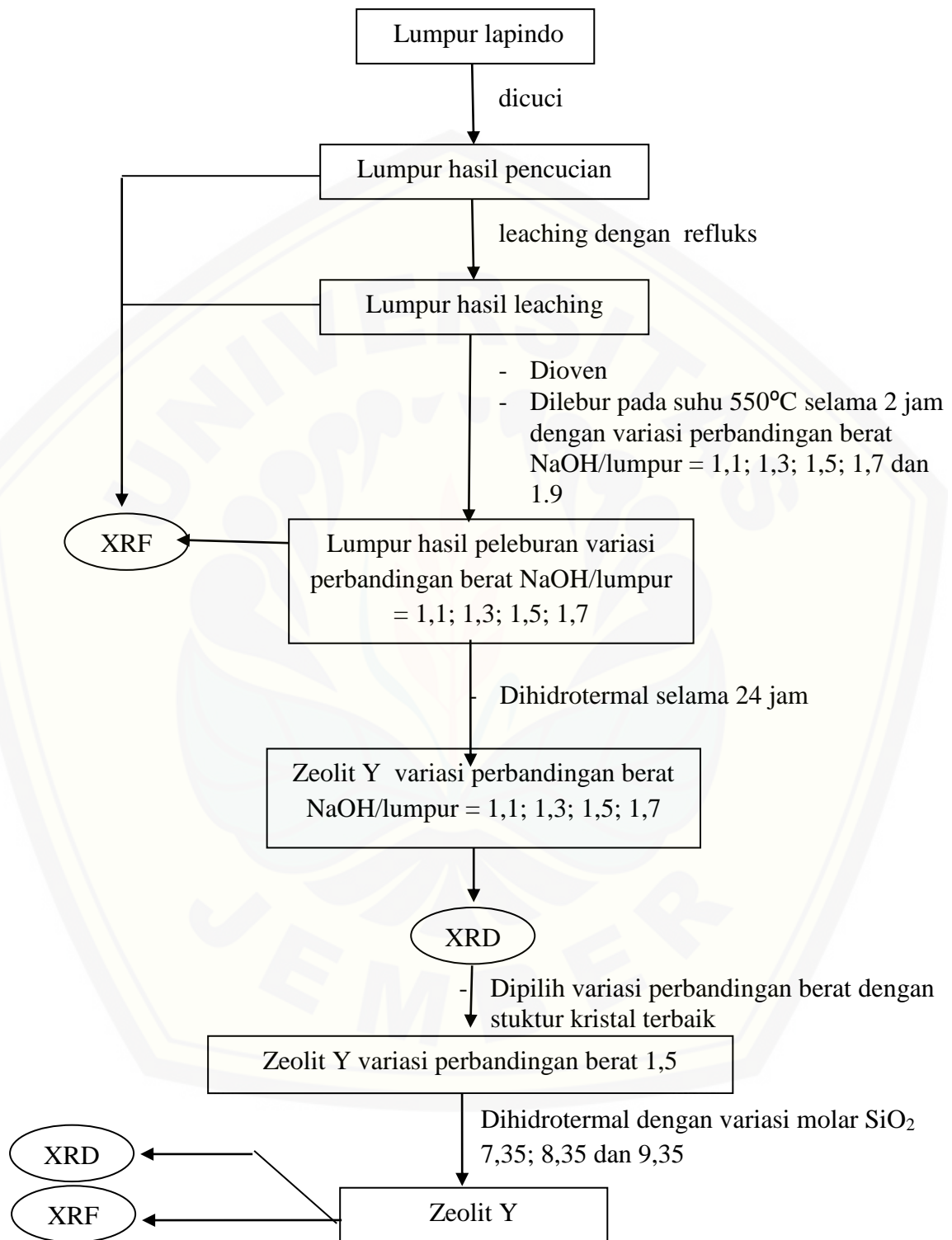
#### 3.2.1 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah peralatan gelas, mortar dan alu, autoklaf, oven, ayakan 100 mesh, indikator pH universal, satu set alat refluks, stirer magnetik, neraca analitik merk *Ohaus Analytical Plus*, *Muffle furnace* 1400 merk *Barnsted Termoylne*, XRF merk *Bruker S2 Ranger*, XRD merk *Xpert MPD*.

#### 3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain lumpur lapindo dari Sidoarjo, NaOH (Merck, 99%), HCl (Merck, 37%), SiO<sub>2</sub> (merck), kertas saring biasa, dan *aquademin*.

### 3.3 Diagram alir penelitian



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian



### 3.4 Prosedur Penelitian

#### 3.4.1 Pembuatan Larutan-larutan

##### a. Pembuatan Larutan HCl 2 M

Larutan HCl 2 M dibuat dengan mengencerkan larutan HCl 37%. HCl 37% sebanyak 16,6 mL dipipet menggunakan pipet mohr 25 mL, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL yang telah berisi sedikit *aquademin* kemudian ditambahkan dengan *aquademin* sampai tanda batas.

#### 3.4.2 Pretreatment

##### a. Preparasi Sampel

Lumpur lapindo yang digunakan adalah lumpur yang diambil di Dusun Balongnongo Desa Renokenongo, Kecamatan Porong, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Lumpur diambil 4 titik dari sumber semburan lumpur yaitu sebelah utara, selatan, barat, dan timur sumber semburan lumpur. Setiap titik berjarak 2 km dari pusat semburan. Lumpur lapindo sebanyak 800 gram dicuci menggunakan *aquademin* 1:2 (berat/volume) kemudian disaring untuk memisahkan lumpur dengan pengotornya berupa rumput-rumputan dan kerikil. Penyaringan dilakukan dengan cara dekantasi untuk memisahkan lumpur dengan filtratnya. Lumpur hasil dekantasi dikeringkan menggunakan oven selama 24 jam pada suhu 100°C untuk menghilangkan kandungan airnya kemudian digerus dan diayak dengan ayakan 100 mesh yang selanjutnya akan dikarakterisasi menggunakan XRF.

##### b. Leaching

Lumpur hasil preparasi sampel diambil sebanyak 10 gram di refluks menggunakan larutan HCl 2 M sebanyak 100 mL. Refluks dilakukan pada temperatur 90°C selama 1 jam. Lumpur hasil refluks kemudian dicuci dengan *aquademin* sampai pH filtrat pencucian netral dan padatan dikeringkan dalam oven.

##### c. Peleburan Alkali

Lumpur lapindo hasil leaching dicampur dengan NaOH dalam cawan porselen, dengan variasi perbandingan berat NaOH/ lumpur lapindo =1,1; 1,3; 1,5;

dan 1,7. Campuran tersebut dipanaskan dalam *muffle furnace* pada suhu 550°C selama 2 jam. Campuran hasil *furnace* kemudian didinginkan, digerus dan selanjutnya diambil sebanyak 5 gram untuk dianalisis dengan XRF. Berdasarkan hasil XRF didapatkan rasio 1,5 yang terbaik.

### 3.4.3 Sintesis dan Karakterisasi Zeolit Y

#### a. Pembuatan larutan

Campuran hasil peleburan dibuat suspensi dengan penambahan aquademin NaOH. Selanjutnya dilakukan proses pengadukan selama 4 jam pada suhu kamar ketika semua bahan telah ditambahkan. Campuran yang telah homogen selanjutnya dipemeraman selama 48 jam. Campuran kemudian disaring dan diambil filtratnya. Filtrat yang berhasil disaring diukur volumenya, kemudian dimasukkan ke dalam autoklaf. Selanjutnya dihidrothermal, sedangkan untuk sintesis zeolite Y dengan variasi molar  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  dengan cara menambahkan  $\text{SiO}_2$  (lampiran 3.2) menggunakan hasil peleburan dengan NaOH perbandingan berat NaOH/lumpur yang terbaik yaitu variasi 1,5 (berdasarkan karakter zeolite hasil sintesis) Variasi penambahan  $\text{SiO}_2$  yang digunakan yaitu 7,35 M; 8,35 M; 9,35 M. Perhitungan variasi rasio molar  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  dapat dilihat pada (lampiran 3.2).

#### b. Proses Hidrotermal

Autoklaf yang berisi sampel dimasukan ke dalam oven pada suhu 100°C-105°C selama 24 jam. Selanjutnya zeolit hasil hidrotermal difiltrasi dan dicuci dengan aquademin hingga pH filtrat pencucian netral. Residu hasil filtrasi dikeringkan di dalam oven pada suhu 100°C sampai kering, kemudian ditimbang massa yang dihasilkan.

#### c. Karakterisasi Zeolit

Zeolit dari hasil sintesis dikarakterisasi dengan menggunakan *X-Ray Diffractometer* (XRD) dan *X-Ray Fluorescence* (XRF). Karakterisasi menggunakan XRD untuk mengidentifikasi struktur kristal dan kemurnian zeolit hasil sintesis, dan XRF untuk mengetahui komposisi unsur-unsur dalam sampel zeolit

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, kesimpulan yang dapat diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Zeolite Y variasi perbandingan berat NaOH/lumpur berdasarkan karakter zeolite yang dihasilkan terbaik pada perbandingan berat NaOH/lumpur 1,5
2. Zeolite Y rasio molar  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  7,35 merupakan hasil terbaik dari sintesis yang telah dilakukan. Hal ini berdasarkan data analisis XRF dimana pada rasio molar  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  7,35 mengandung pengotor lebih sedikit dibandingkan rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  lainnya. Analisis XRD yang dihasilkan pada rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  7,35.

### 5.2 Saran

Saran pada penelitian ini adalah perlu dicoba untuk melakukan variasi Waktu peleburan, selain itu waktu leaching juga perlu dilakukan lebih lama agar logam yang tidak diperlukan dalam kandungan lumpur dapat berkurang lebih banyak lagi.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Agustinus, E. T. S. 2009. *Sintesis Hidrotermal Atapulgit Berbasis Batuan Gelas Vulkanik (Perlit): Perbedaan Perlakuan Statis Dan Dinamis Pengaruhnya Terhadap Kuantitas Dan Kualitas Kristal*. Bandung: Puslit Geoteknologi Komplek LIPI.
- Ahkam, M. 2011. Sintesis dan Karakterisasi Membran Nanozeolit Y untuk Aplikasi Pemisahan Gas Metanol-Etanol. *Skripsi*. Depok: Universitas Indonesia.
- Ahmedzeki, N. S., S. Yilmaz. dan B. A. Al-Tabbakh. 2016. Synthesis and Characterization of Nanocrystalline zeolite Y. *Al-Khwarizmi Engineering Journal*. 12(1): 79-89.
- Anggoro, D. D. dan A. Purbasari. 2009. The Optimization of Production Zeolite Y Catalyst from RHA by Response Surface Methodology. *Reaktor*. 12(3): 189-194.
- Badan Penanggulangan Lumpur Sidoarjo. 2011. Simposium Mud Vulcano Lusi [www.bpls.go.id/berita-bpls/297-simposium-mud-vulcano-lusi](http://www.bpls.go.id/berita-bpls/297-simposium-mud-vulcano-lusi). [Diakses pada 5 September 2017].
- Baerlocher, C.H. 2007. *Atlas Of Framework Types Of Zeolit*. Amsterdam: Elsevier Science.
- Bekkum, H. V., E. M. Flanigen. dan J. C. Jansen. 1991. *Introduction To Zeolite Science And Practice*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers.
- Breck, D.W. 1974. *Zeolite Molecular Sieves*. New York: John Willey Interscience.
- Byrappa, K. 1992. *Hydrothermal Growth of Crystals*. Oxford UK: Pergamon Press.

- Byrappa, K. dan M. Yoshimura. 2013. *Handbook Of Hydrothermal Technology Second Edition*. U.S.A: Elsevier Inc.
- Byrappa, K. dan M. Yoshimura. 2001. *Handbook of Hydrothermal Technology: A Technology For Crystal Growth and Materials Processing*. New Jersey USA: Noyes Publications.
- Chang, Raymond. 2002. *Kimia Dasar Jilid 1 Edisi Ketiga, Terjemahan Suminar Setiati Achmadi*. Jakarta: Erlangga.
- Cotton dan Wilkinson. 1976. *Basic Inorganic Chemistry*. New York : John Wiley & Sons, Inc. Terjemahan oleh Sahati Sunarto. 1989. *Kimia Anorganik Dasar*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia Press.
- Fathizadeh M. dan N. Ordou. 2011. Controlling Yield of NaY Zeolite Synthethis by Hydrothermal Method. *International Journal of Industry Chemistry*. 2(4): 190-195.
- Hamdan, H. 1992. *Introduction to Zeolites: Synthesis, Characterization, and Modifications*. Kuala Lumpur: University Teknologi Malaysia.
- Jalil, A.A., S. Triwahyono., S. H. Adam., N. D. Rahim., M. A. A. Aziz., N. H. H. Hairom., N. A. M. Razali., M. A. Z. Abidin, dan M. K. A. Mohamadiah. 2010. Adsorption of Methyl Orange from Aqueous Solution onto Calcined Lapindo Volcanic Mud. *Journal Article Science Direct*. 181: 755-762.
- Jamaluddin. 2010. "XRD (X- Ray Diffraction)". Makalah Fisika Material. Tidak dipublikasikan. Kendari: Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Haluoleo.
- Jamaludin, A dan D. Adiantoro. 2012. Analisis kerusakan X-Ray Fluorescence (XRF). *Jurnal Pusat Teknologi Bahan Bakar*. 137(1): 401-409.
- Kasmui, M. Zaenal. dan W. Sumarni. 2008. Kajian Pengaruh Variasi Rasio SiO<sub>2</sub>/ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan Variasi Kation Terhadap Perubahan Ukuran Pori Zeolit Y Dengan Menggunakan Metode Mekanika Molekuler. *Jurnal Of Chemical Science Indonesian*. 2(1).

- Kondru, A. K., P. Kumar., T. T. Teng., S. Chand. dan K. L Wasewar. 2011. Synthesis and Characterization of Na-Y Zeolite from Coal Fly Ash and its Effectiveness in Removal of Dye from Aqueous Solution by Wet Peroxide Oxidation. *Arch Environ Sci.* 5: 46-54.
- Khopkar. 2008. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Kotz, J. C., P. M. Traichel. dan P. A. Harman. 2003. *Chemistry & Chemical Reactivity 5<sup>th</sup> Edition*. Amerika Serikat: Thomson Learning Inc.
- Lechert, H., P. Stealin. dan C. Kuntz. 1996. Quantitative Relations of the Batch Composition and the SiO<sub>2</sub>/ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Ratio in the Product Zeolites. *Journal Article Science Direct.* 16: 149-156.
- Lee, J.D. 1991. *Concise Inorganic Chemistry*. London: Chapman and hall.
- Lobachev, A. N. 1973. *Crystallization Processes Under Hydrothermal Conditions*. New York: Consultants Bureau.
- Lobo. dan F. Raul. 2003. *Handbook Of Zeolite Science And Technology*. USA: The Ohio State University Columbus Ohio.
- Maron, S.H. dan J. Lando. 1974. *Fundamental of physical Chemistry*. New Cork: Macmillan Co.Inc.
- Mustopa, R. S. dan D. D. Risanti. 2013. Karakterisasi Sifat Fisis Lumpur Panas Sidoarjo dengan Aktivasi Kimia dan Fisika. *Jurnal Teknik PomITS.* 2(2): 256-257.
- Murni, D., dan Helmawati. 2006. Studi Pemanfaatan Abu Sabut Sawit Sebagai Sumber Silika pada Sintesis Zeolit A. *Skripsi*. Riau: Program Study Sarjana Teknik Kimia Universitas Riau
- Ocelli, M. L. dan H. R. Robson. 1988. *Zeolite Synthesis: American Chemical Society Symposium Series 398*. Lost Anglest: Division of Colloid and Surface Chemistry.

- Ojha, K., N. C. Pradhan, dan A. N. Samanta. 2004. Zeolite from fly ash : synthesis and characterization. *Bull.Mater.Sci.* 27 (6) : 555-564.
- Oxtoby, D. W. 2003. *Prinsip-Prinsip Kimia Modern Jilid 1*. Jakarta: Erlangga
- Petrucci, R. H., W. S. Harwood., F. G. Herring. dan J. D. Madura. 2014. *Kimia Dasar: Prinsip-Prinsip dan Aplikasi Modern Edisi Kesembilan Jilid 3*. Jakarta: Erlangga.
- Pratomo, I., S. Wardhani, dan D. Purwonugroho. 2013. Pengaruh teknik ekstraksi dan konsentrasi HCl dalam ekstraksi silika dari sekam padi untuk sintesis silika xerogel. *Kimia Student Journal.* 2(1): 358-364
- Putra, A.N., R. T. Tjahjanto., dan M. M. Khunur. 2013. Optimasi ekstraksi silika dan alumina dari lumpur Sidoarjo. *Kimia Student Journal.* 2(1): 365-371
- Rodhie, S. 2006. Pemanfaatan Zeolit Sintetis Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Industri. Tidak dipublikasikan. *Paper*. Yogyakarta: UGM.
- Sang, S., Z. Liu., P. Tian., Z. Liu., L. Qu., Y. Zhang. 2005. Synthesis of small crystal zeolite NaY. *Journal Article Science Direct.* 60: 1131-1133
- Schweitzer, P. A. 1979. *Handbook of Separation Techniques for Chemical Engineers*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Sholichah, F., Arnelli., S. Suseno. 2013. Pengaruh waktu hidrotermal pada sintesis zeolit dari abu sekam padi serta aplikasinya sebagai *builder* deterjen. *Chem Info.* 1(10): 121-129.
- Slamet, B. S., R. Arbianti. 2007. *Laporan Penelitian Hibah Bersaing Tahun II : Modifikasi Zeolit Alam dan Karbon Aktif dengan TiO<sub>2</sub> serta Aplikasinya sebagai Bahan Adsorben dan Fotokatalis untuk Degradasi Polutan Organik*. Depok: Universitas Indonesia.

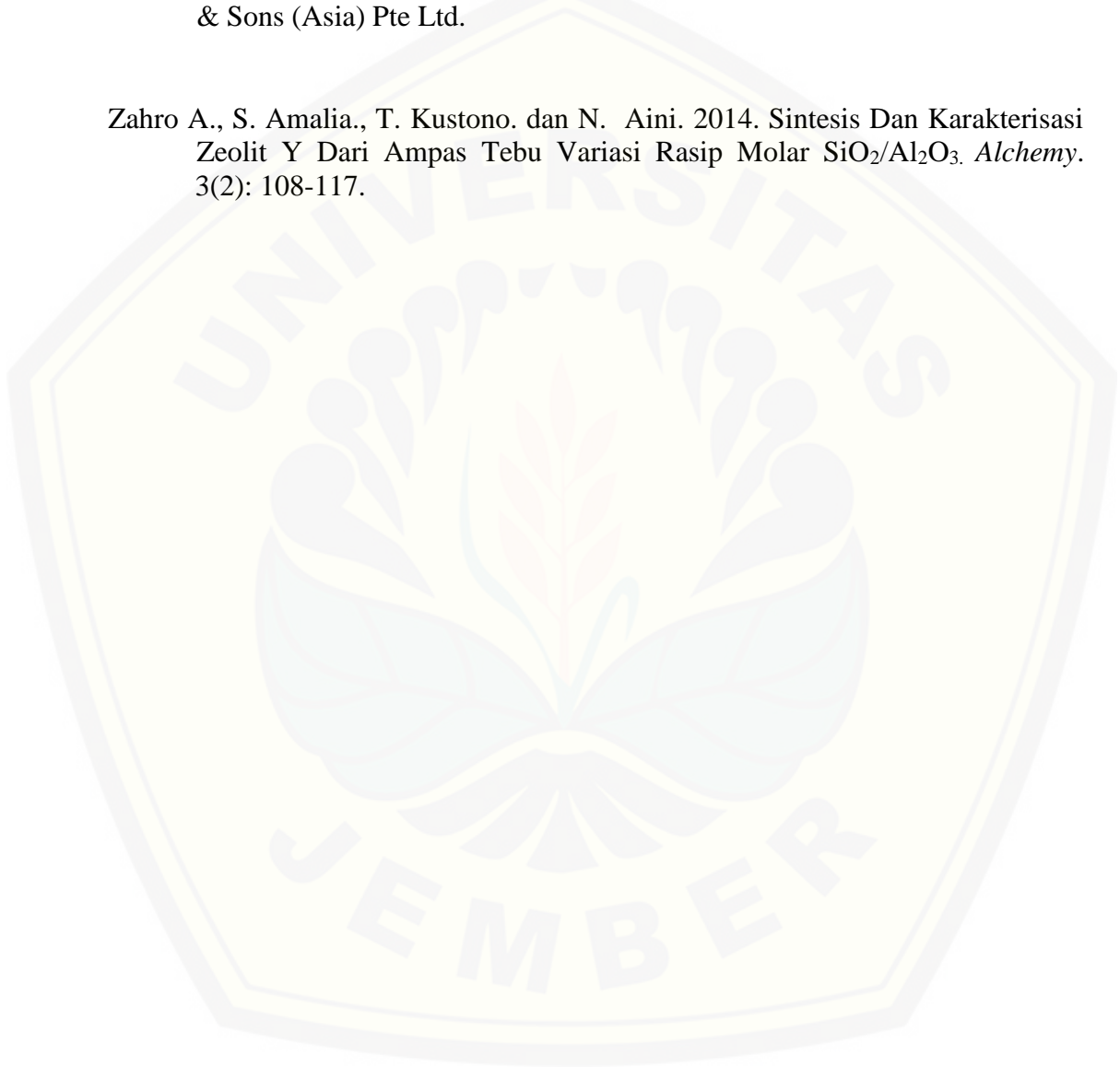
- Surdia, T. dan S. Saito. 2000. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: Pradanya Pramita.
- Sutarti, M. dan M. Rachmawati. 1994. *Zeolit: Tinjauan Literatur, Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah*. Jakarta : LIPI.
- Svehla G. 1985. *Vogel Bagian II Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro Edisi ke lima*. Jakarta: PT. Kalman Media Pustaka.
- Szostak, R. 1989. *Molecular Sieves Principles of Synthesis and Identifications, Van Nostrand Reinhold Catalysis Series*. Amsterdam: Elsevier Ltd.
- Thammavong, M. 2003. Studies of Synthesis Kinetics and Particle Size of Zeolite X from Narathiwat Kaolin. *Tesis*. Thailand: Suranaree University of Technology.
- Theivasanthi, T. dan M. Alagar. 2008. *X-Ray Diffraction Studies of Copper Nanopowder*. India: Department of Physics, PACR Polytechnic College, Rajapalayam.
- Treacy, M. M. J dan J.B. Higgins. 2001. *Collection of Simulated XRD Powder Patterns for Zeolite*. Amsterdam: Elsevier
- Toto, U. T. 2016. Sintesis Dan Karakterisasi Zeolit Y Dari Lumpur Lapindo Dengan Variasi Suhu Hidrotermal Menggunakan Metode Sol Gel. *Skripsi*. Malang: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Tovina, H. 2009. Sintesis Nanozeolit Tipe Faujasite dengan Teknik Seeding yang ditumbuhkan pada Permukaan Glassy Carbon. *Skripsi*. Depok: Universitas Indonesia.
- Usman, E., M. Salahuddin., D. Ranawijaya. dan J. P. Hutagaol. 2006. Paper Pendukung Simposium Nasional: Pembuangan Lumpur Porong-Sidoarjo ke Laut Surabaya.



Widianti, Tri. 2006. Pengujian Kapasitas Tukar Kation Zeolit Sebagai Penukar Kation Alami Untuk Pengolahan Limbah Industri. ISSN: 1907-7459: 93-106.

Xu, R., W. Pang., J. Yu., Q. Huo. dan Chen, J. 2007. *Chemistry of Zeolites And Related Porous Materials Synthesis and Structure*. Singapore: John Wiley & Sons (Asia) Pte Ltd.

Zahro A., S. Amalia., T. Kustono. dan N. Aini. 2014. Sintesis Dan Karakterisasi Zeolit Y Dari Ampas Tebu Variasi Rasip Molar  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ . *Alchemy*. 3(2): 108-117.



LAMPIRAN

**3.1 Pembuatan larutan**

- a. Pembuatan HCl 1,99 M dari HCl 37%

Diketahui :

-  $\rho$  HCl = 1,19 g/mL

mol HCl

$$n = M_{\text{HCl}2\text{M}} \times V_{\text{HCl}2\text{M}}$$

$$= 1,99 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \times 0,1 \text{ l}$$

$$= 0,199 \text{ mol}$$

- Massa HCl 1,99 M

$$\text{Massa} = n \cdot m_r$$

$$= 0,199 \text{ mol} \times 36,5 \text{ g/mol}$$

$$= 7,26 \text{ g}$$

-V HCl 37% yang diperlukan

$$\rho = \frac{\text{massa hcl } 1,99 \text{ M}}{\rho \text{ HCl } 37\%} \times \frac{1}{\% \text{ konsentrasi}}$$

$$V \text{ HCl } 1,99 \text{ M} = \frac{\text{massa hcl } 1,99 \text{ M}}{\rho \text{ HCl } 37\%} \times \frac{1}{\% \text{ konsentrasi}}$$

$$= \frac{7,26 \text{ g}}{1,19 \text{ g/mL}} \times \frac{100}{37}$$

$$= \frac{726}{44,03} = 16,5 \text{ ml}$$

### 3.2 Penentuan komposisi peleburan setiap variasi perbandingan berat NaOH/Lumpur

- a. Peleburan Alkali variasi NaOH/lumpur rasio 1,1

$$\text{Lumpur} = 6 \text{ g}$$

$$\text{NaOH} = \frac{X}{6} = \frac{1,1}{1}$$

$$X = \frac{1,1}{1} \times 6 = 6,6 \text{ g}$$

- b. Peleburan Alkali variasi NaOH/lumpur rasio 1,3

$$\text{Lumpur} = 6 \text{ g}$$

$$\text{NaOH} = \frac{X}{6} = \frac{1,3}{1}$$

$$X = \frac{1,3}{1} \times 6 = 7,8 \text{ g}$$

- c. Peleburan Alkali variasi NaOH/lumpur rasio 1,5

$$\text{Lumpur} = 6 \text{ g}$$

$$\text{NaOH} = \frac{X}{6} = \frac{1,5}{1}$$

$$X = \frac{1,5}{1} \times 6 = 9 \text{ g}$$

- d. Peleburan Alkali variasi NaOH/lumpur rasio 1,7

$$\text{Lumpur} = 6 \text{ g}$$

$$\text{NaOH} = \frac{X}{6} = \frac{1,7}{1}$$

$$X = \frac{1,7}{1} \times 6 = 10,2 \text{ g}$$

### 3.3 Penentuan massa dan mol masing-masing senyawa berdasarkan data hasil peleburan karakterisasi XRF

Senyawa	Konsentrasi
SiO <sub>2</sub>	20,91 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,25 %
Na <sub>2</sub> O	41,18 %

- Variasi NaOH/ lumpur (15 Na<sub>2</sub>O : 1 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 7,35 SiO<sub>2</sub> : 350 H<sub>2</sub>O)

Massa Lumpur + NaOH = 25g

$$\text{a. Massa SiO}_2 = \frac{20,91}{100} \times 25 \text{ gram} = 5,228 \text{ gram}$$

$$\text{mol SiO}_2 = \frac{5,228 \text{ gram}}{60,09 \text{ gram/mol}} = 0,0869 \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} \text{SiO}_2 \text{ yang dibutuhkan} &= (7,35 \times 0,0129 \text{ mol}) \\ &= 0,0948 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SiO}_2 \text{ yang ditambahkan} &= \text{SiO}_2 \text{ yang dibutuhkan} - \text{SiO}_2 \text{ dalam sampel} \\ &= (0,0948 - 0,0869) \text{ mol} \times 60,09 \text{ gram/mol} \\ &= 0,479 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\text{b. Massa Al}_2\text{O}_3 = \frac{5,25}{100} \times 25 \text{ gram} = 1,313 \text{ gram}$$

$$\text{mol Al}_2\text{O}_3 = \frac{1,313 \text{ gram}}{101,96 \text{ gram/mol}} = 0,0129 \text{ mol}$$

$$\text{e. Massa Na}_2\text{O} = \frac{41,18}{100} \times 25 \text{ gram} = 10,295 \text{ gram}$$

$$\text{mol Na}_2\text{O} = \frac{10,295 \text{ gram}}{62 \text{ gram/mol}} = 0,1660 \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} \text{Na}_2\text{O yang dibutuhkan} &= (15 \times 0,0129 \text{ mol}) \\ &= 0,1677 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\text{Na}_2\text{O yang ditambahkan} = \text{Na}_2\text{O yang dibutuhkan} - \text{Na}_2\text{O dalam sampel}$$

$$= 0,1677 - 0,1660 \text{ mol}$$

$$= 0,0275 \text{ mol}$$

$$\text{NaOH yang ditambahkan} = 2 \times 0,0275 \text{ mol}$$

$$= 0,055 \text{ mol} \times 40 \text{ gram/mol} = 2,2 \text{ gram}$$

---

**Variasi Perbandingan Berat NaOH/Lumpur**

---

No	Perbandingan berat	Penambahan	
		SiO <sub>2</sub> (gram)	NaOH (gram)
1	1,1	-	11,0
2	1,3	-	4,2
3	1,5	-	2,2
4	1,7	-	1,8

---



---

**Variasi Rasio molar SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**

---

No	Variasi molar	Penambahan	
		SiO <sub>2</sub> (gram)	NaOH (gram)
1	7,35	0,479	2,2
2	8,35	1,207	2,2
3	9,35	2,049	2,2

---

#### 4.1 Ukuran Kristal Menurut Persamaan *Debye Scherrer*

Persamaan *Debye Scherrer*

$$D = \frac{K\lambda}{\beta \cos \theta}$$

Keterangan :

D = ukuran Kristal (nm)

K = konstanta (0,9)

$\lambda$  = panjang gelombang radiasi (nm)

$\beta$  = integrasi luas puncak refleksi (FWHM, radian)

$\theta$  = sudut difraksi

a. Ukuran kristal zeolit Y rasio NaOH/lumpur 1,1

$$1. \quad \lambda = 0,1540598 \text{ nm}$$

$$2\theta = 13,7387$$

$$\theta = 6,8694$$

$$\cos \theta = 0,8330$$

$$\beta = \frac{FWHM}{180} \times 3,14$$

$$\beta = \frac{0,0836}{180} \times 3,14 = 0,001458$$

$$D = \frac{0,9 \times 0,1540598 \text{ nm}}{0,001458 \times 0,8330} = 101,16 \text{ nm}$$

$$2. \quad \lambda = 0,1540598 \text{ nm}$$

$$2\theta = 15,9121$$

$$\theta = 7,95605$$

$$\cos \theta = 0,10189$$

$$\beta = \frac{FWHM}{180} \times 3,14$$

$$\beta = \frac{0,4015}{180} \times 3,14 = 0,0070039$$

$$D = \frac{0,9 \times 0,1540598 \text{ nm}}{0,0070039 \times 0,10189} = 194,29 \text{ nm}$$

$$3. \lambda = 0,1540598 \text{ nm}$$

$$2\theta = 24,063$$

$$\theta = 12,0305$$

$$\text{Cos } \theta = 0,85982$$

$$\beta = \frac{FWHM}{180} \times 3,14$$

$$\beta = \frac{0,1506}{180} \times 3,14 = 0,0026271$$

$$D = \frac{0,9 \times 0,1540598 \text{ nm}}{0,0026271 \times 0,85982} = 517,98 \text{ nm}$$

Perbandingan Berat NaOH/ Lumpur	Sudut 2 teta	Ukuran Kristal (nm)	Rata-rata Ukuran Kristal (nm)
1,1	24,06	517,98	226,54
	27,37	90,65	
	31,18	70,99	
1,3	16,04	735,40	735,40
1,5	24,12	49,44	46,17
	27,25	69,26	
	31,40	19,81	
1,7	23,93	143,63	128,17
	27,87	220,97	
	31,21	19,91	

Ukuran kristal zeolit Y variasi SiO<sub>2</sub>/ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 7,35

$$4. \lambda = 0,1540598 \text{ nm}$$

$$2\theta = 6,8361$$

$$\theta = 3,42808$$

$$\text{Cos } \theta = 0,9620$$

$$\beta = \frac{FWHM}{180} \times 3,14$$

$$\beta = \frac{0,8029}{180} \times 3,14 = 0,0140061$$

$$D = \frac{0,9 \times 0,1540598 \text{ nm}}{0,0140061 \times 0,9620} = 10,29 \text{ nm}$$

5.  $\lambda = 0,1540598 \text{ nm}$

$$2\theta = 13,9004$$

$$\theta = 6,9502$$

$$\text{Cos } \theta = 0,7856$$

$$\beta = \frac{FWHM}{180} \times 3,14$$

$$\beta = \frac{0,1004}{180} \times 3,14 = 0,00175142$$

$$D = \frac{0,9 \times 0,1540598 \text{ nm}}{0,00175142 \times 0,7856} = 100,77 \text{ nm}$$

6.  $\lambda = 0,1540598 \text{ nm}$

$$2\theta = 24,4220$$

$$\theta = 12,211$$

$$\text{Cos } \theta = 0,9375$$

$$\beta = \frac{FWHM}{180} \times 3,14$$

$$\beta = \frac{0,1004}{180} \times 3,14 = 0,00175142$$

$$D = \frac{0,9 \times 0,1540598 \text{ nm}}{0,00175142 \times 0,9799} = 84,44 \text{ nm}$$



Tabel Ukuran Kristal Zeolit Y Hasil Sintesis

Produk (Molar)	Sudut $2\theta$	Ukuran Kristal (nm)	Rata-rata (nm)
Rasio SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 7,35	6,84 24,42 31,42	10,29 84,44 16,98	37,27
Rasio SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 8,35	12,38 24,24 31,41	59,67 65,85 23,37	42,17
Rasio SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 9,35	12,26 24,23 31,37	40,05 87,81 14,86	47,57

#### 4.2 Perhitungan Rasio Si/Al setiap Variasi

Rasio Berat NaOH/Lumpur 1,1

$$\text{Massa Si} = \frac{11,71}{100} \times 25 \text{ g} = 2,928 \text{ g}$$

$$\text{Konsentrasi Si} = \frac{\text{massa Si}}{\text{ArSi}} \times \frac{1}{v} = \frac{2,928 \text{ g}}{28,09 \text{ g/mol}} \times \frac{1}{0,05} = 1,158 \text{ mol/L}$$

$$\text{Massa Al} = \frac{4,09}{100} \times 25 \text{ g} = 1,023 \text{ g}$$

$$\text{Konsentrasi Al} = \frac{\text{massa Al}}{\text{ArAl}} \times \frac{1}{v} = \frac{1,023 \text{ g}}{26,98 \text{ g/mol}} \times \frac{1}{0,05} = 0,421 \text{ mol/L}$$

$$\text{Perbandingan konsentrasi atau molar Si/Al} = \frac{1,158 \text{ mol/L}}{0,421 \text{ mol/L}} = 2,4$$

Jadi rasio molar Si/Al berdasarkan hasil analisa XRF zeolite Y = 2,4

Rasio Si/Al Hasil Peleburan			
Variasi Rasio Berat NaOH/Lumpur	Komposisi (%)		Rasio Si/Al
	Si	Al	
1,1	11,71	4,09	2,42
1,3	10,18	3,05	2,42
1,5	9,77	2,78	2,43
1,7	7,85	2,98	2,52

Rasio Si/Al Hasil Sintesis			
Variasi Rasio molar SiO <sub>2</sub> / Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Komposisi (%)		Rasio Si/ Al
	Si	Al	
7,35	16,75	11,37	1,41
8,35	24,71	13,92	1,71
9,35	17,70	10,22	1,66

### 4.3 Perhitungan Jumlah Kation Setiap Variasi

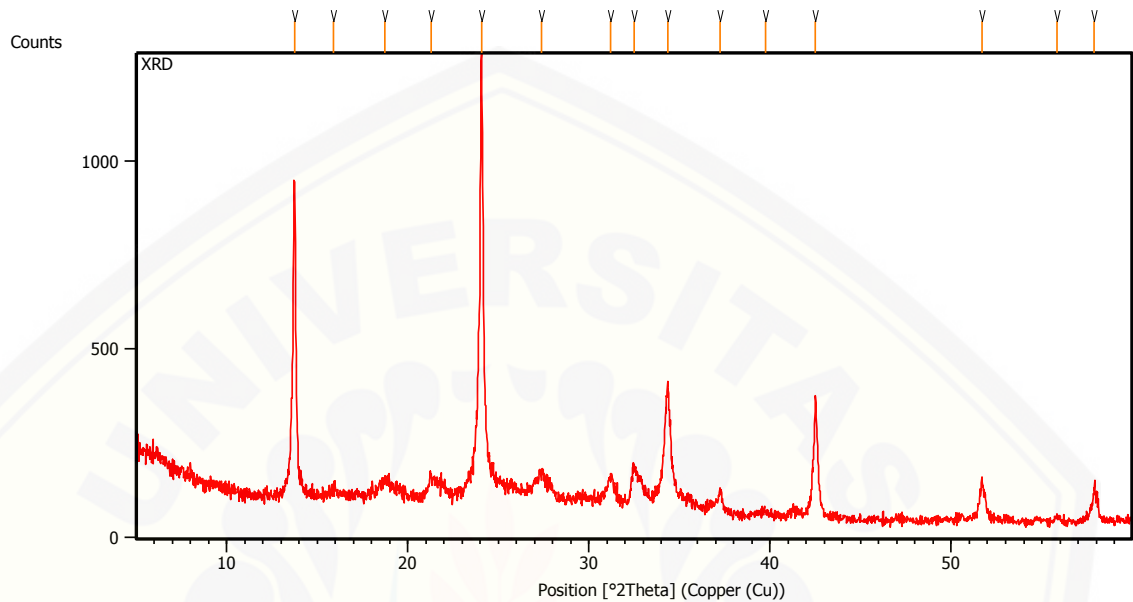
#### a. Kandungan Kation pada Perbandingan Berat NaOH/lumpur

Kandungan Kation	Komposisi			
	Perbandingan Berat NaOH/lumpur	Perbandingan Berat NaOH/lumpur	Perbandingan Berat NaOH/lumpur	Perbandingan Berat NaOH/lumpur
	1,1	1,3	1,5	1,7
Fe	7,29 %	6,70 %	6,19 %	5,93 %
Ca	1,72 %	1,98 %	1,64 %	1,60 %
K	2,79 %	2,76 %	2,24 %	2,14 %
Jumlah	11,80 %	11,44 %	10,07 %	9,67 %

#### b. Kandungan Kation pada Perbandingan Berat NaOH/lumpur

Kandungan Unsur	Komposisi		
	Rasio SiO <sub>2</sub> / Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Rasio SiO <sub>2</sub> / Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Rasio SiO <sub>2</sub> / Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
	7,35	8,35	9,35
Fe	1,26 %	2,56 %	3,11 %
Ca	1,14 %	1,69 %	1,56 %
K	0,81 %	1,17 %	0,97 %
Jumlah	3,21	5,42	5,64

#### 4.4 Hasil Analisa XRD Zeolit Y Variasi Perbandingan Berat NaOH/lumpur NaOH/lumpur 1,1



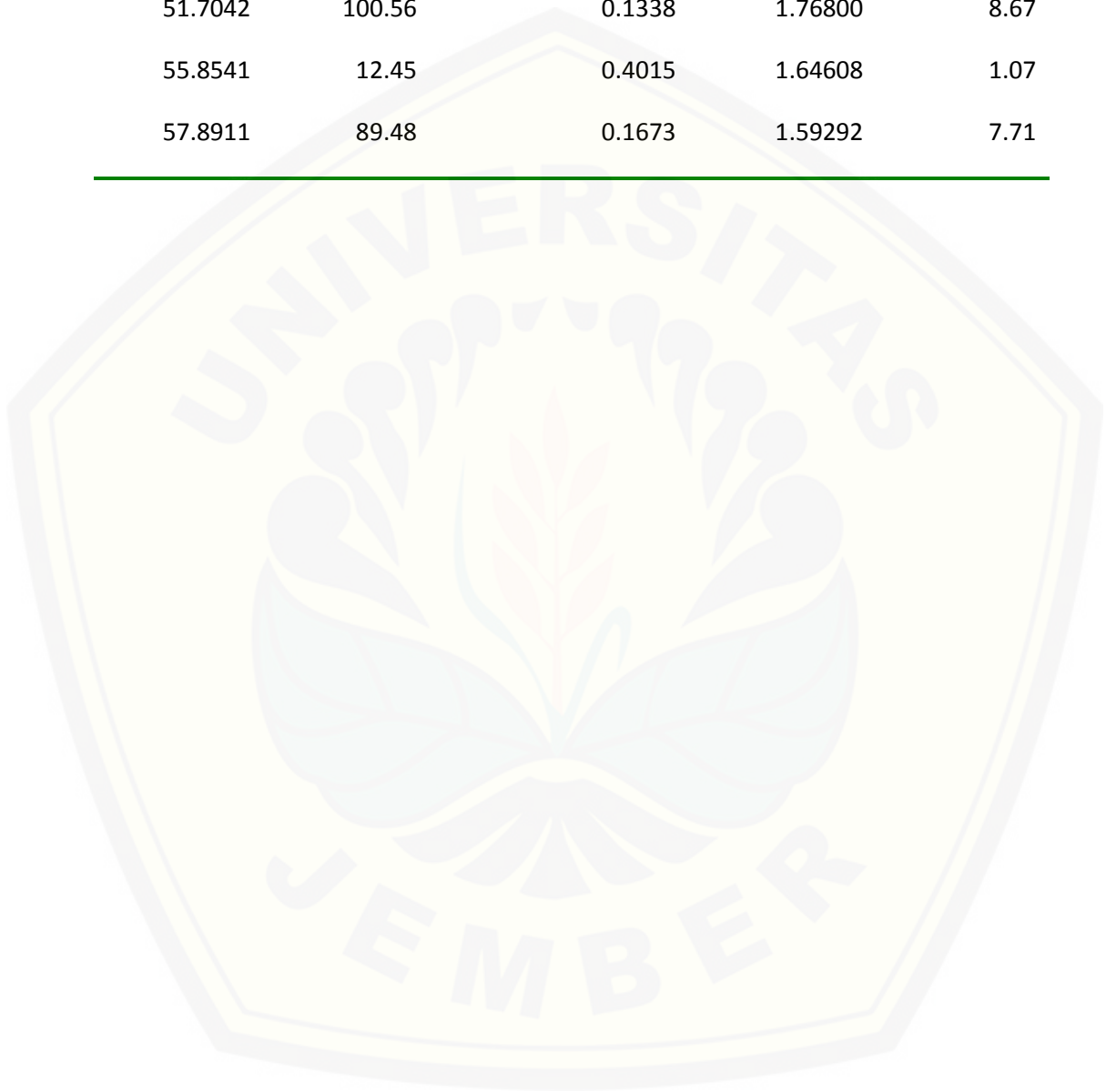
##### Peak List:

Pos. [ $^{\circ}2\text{Th.}$ ]	Height [cts]	FWHM Left [ $^{\circ}2\text{Th.}$ ]	d-spacing [ $\text{\AA}$ ]	Rel. Int. [%]
13.7387	836.58	0.0836	6.44564	72.10
15.9121	20.28	0.4015	5.56982	1.75
18.7368	40.86	0.5353	4.73602	3.52
21.2783	49.55	0.3346	4.17574	4.27
24.0636	1160.30	0.1506	3.69834	100.00
27.3745	54.13	0.2007	3.25809	4.66
31.1808	59.25	0.3346	2.86851	5.11
32.4724	96.98	0.2007	2.75731	8.36
34.3486	319.26	0.3011	2.61087	27.52

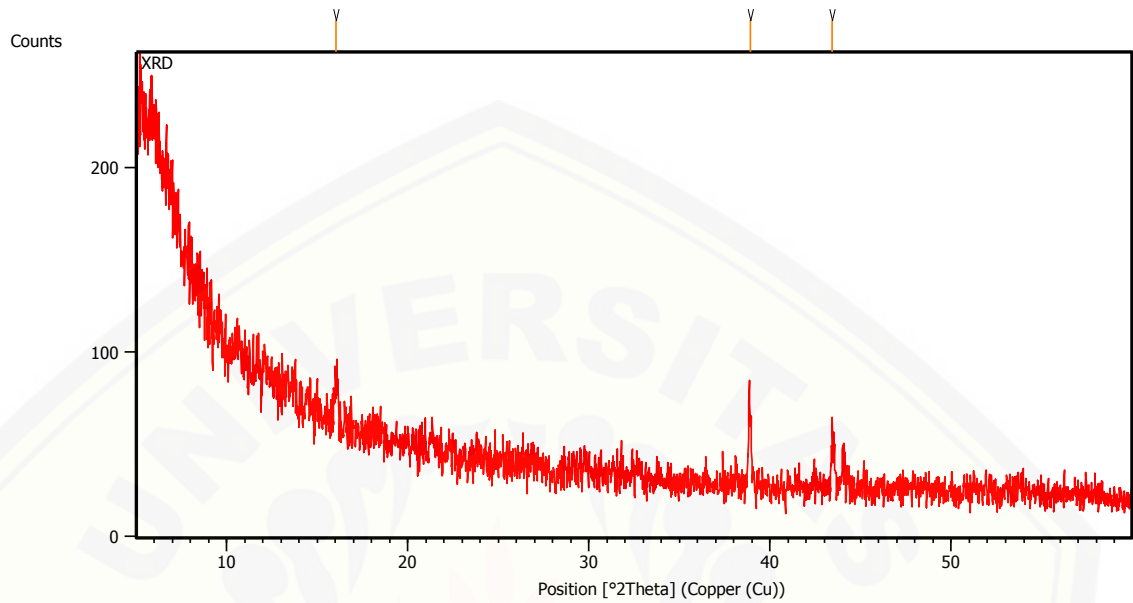
---

37.2364	57.25	0.1673	2.41476	4.93
39.7611	10.33	0.8029	2.26706	0.89
42.5053	326.36	0.0669	2.12683	28.13
51.7042	100.56	0.1338	1.76800	8.67
55.8541	12.45	0.4015	1.64608	1.07
57.8911	89.48	0.1673	1.59292	7.71

---



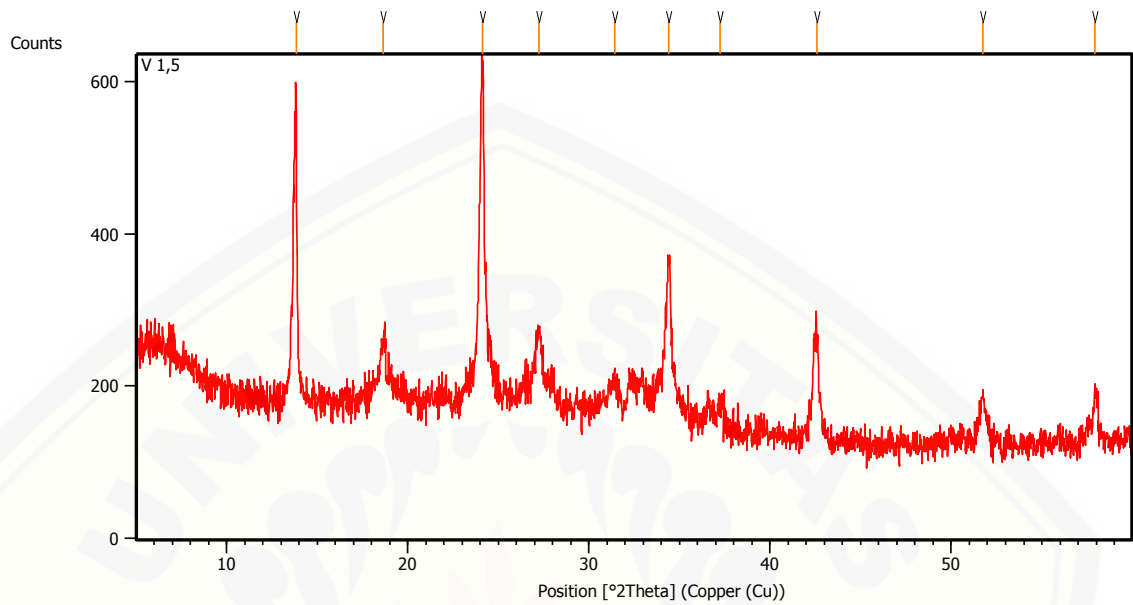
#### 4.5 Hasil Analisa XRD Zeolit Y Variasi Perbandingan Berat NaOH/lumpur NaOH/lumpur 1,3



##### Peak List:

Pos. [ $^{\circ}2\theta$ .]	Height [cts]	FWHM Left [ $^{\circ}2\theta$ .]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
16.0478	21.46	0.2007	5.52303	55.90
38.8925	38.38	0.1338	2.31567	100.00
43.4152	27.49	0.1673	2.08435	71.63

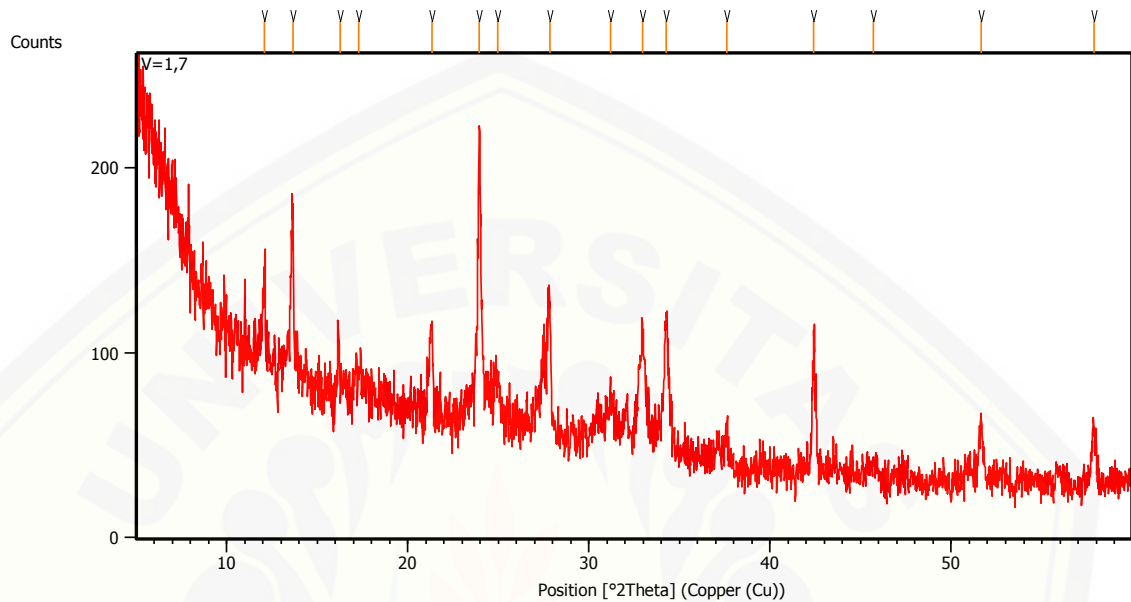
#### 4.6 Hasil Analisa XRD Zeolit Y Variasi Perbandingan Berat NaOH/lumpur NaOH/lumpur 1,5



##### Peak List:

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM Left [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
13.8260	396.51	0.1004	6.40513	91.76
18.6335	74.88	0.2007	4.76203	17.33
24.1170	432.12	0.1840	3.69028	100.00
27.2552	96.22	0.2342	3.27208	22.27
31.4036	25.81	0.4015	2.84867	5.97
34.4036	189.37	0.2007	2.60682	43.82
37.2533	29.58	0.2007	2.41370	6.85
42.5891	127.31	0.2676	2.12284	29.46
51.7585	61.90	0.2676	1.76628	14.32
57.9390	73.91	0.1338	1.59171	17.10

#### 4.7 Hasil Analisa XRD Zeolit Y Variasi Perbandingan Berat NaOH/lumpur NaOH/lumpur NaOH/lumpur 1,7



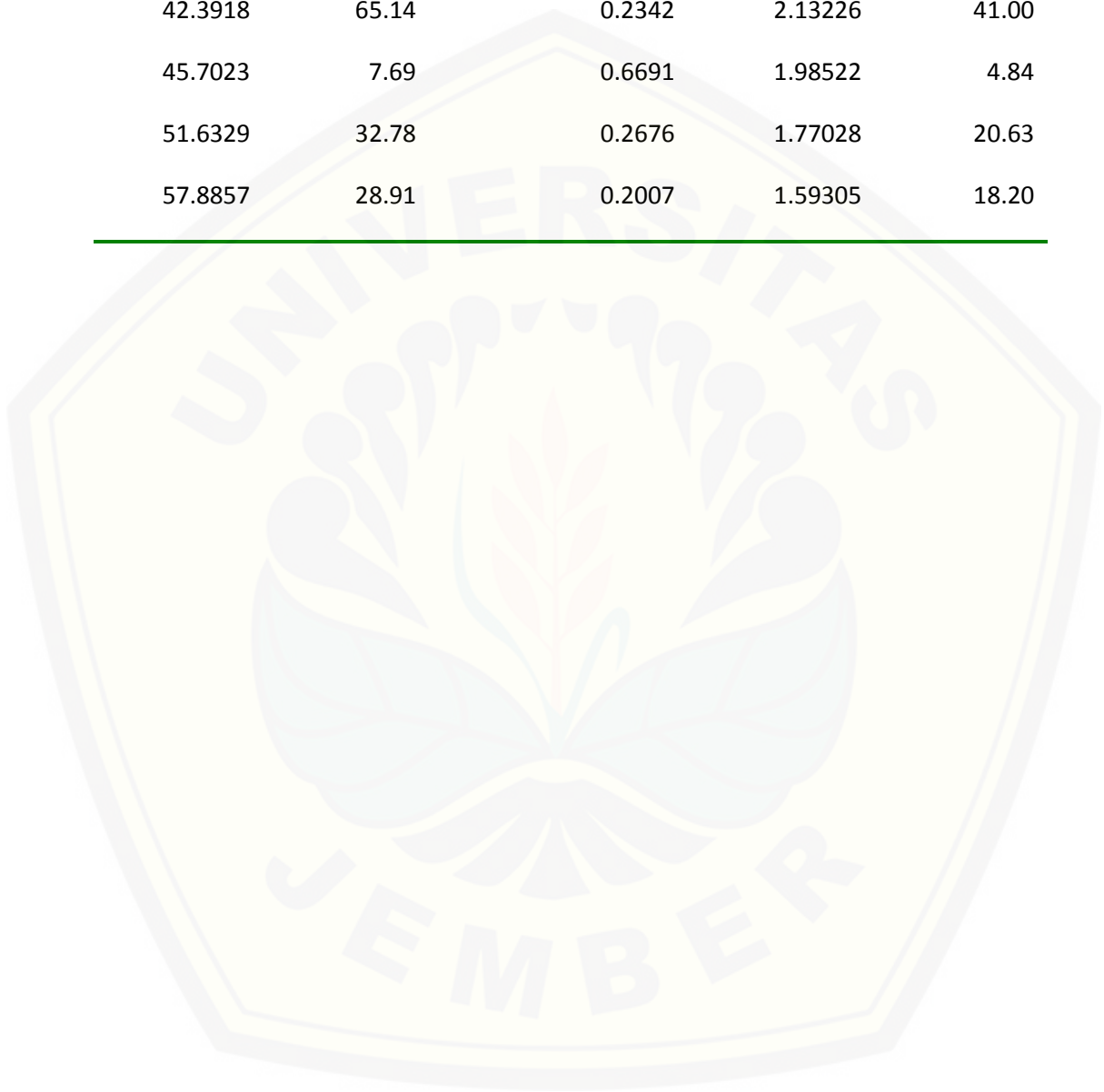
##### Peak List:

Pos. [ $^{\circ}2\text{Th.}$ ]	Height [cts]	FWHM Left [ $^{\circ}2\text{Th.}$ ]	d-spacing [ $\text{\AA}$ ]	Rel. Int. [%]
12.0617	44.20	0.1338	7.33779	27.82
13.6470	85.32	0.1004	6.48875	53.70
16.2695	11.18	0.4015	5.44824	7.04
17.2722	14.94	0.4015	5.13417	9.40
21.3204	49.27	0.1673	4.16759	31.01
23.9393	158.88	0.0669	3.71727	100.00
24.9493	24.43	0.4015	3.56903	15.37
27.8451	66.33	0.1673	3.20409	41.75
31.2106	21.54	0.4015	2.86584	13.56

---

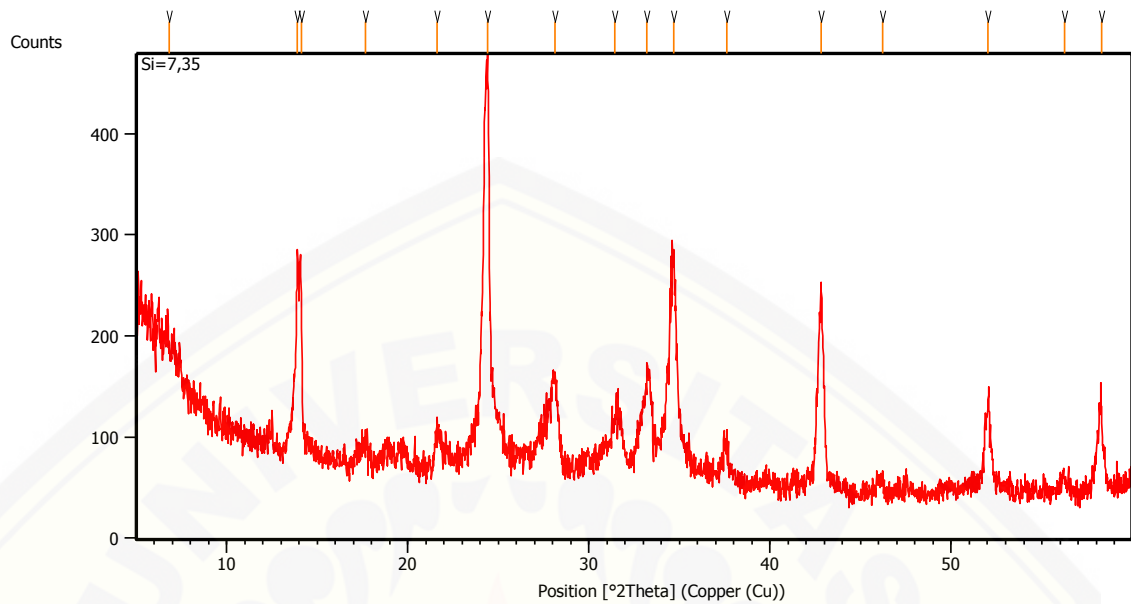
32.9587	61.66	0.1673	2.71773	38.81
34.2483	71.35	0.2007	2.61829	44.90
37.6231	12.58	0.8029	2.39082	7.92
42.3918	65.14	0.2342	2.13226	41.00
45.7023	7.69	0.6691	1.98522	4.84
51.6329	32.78	0.2676	1.77028	20.63
57.8857	28.91	0.2007	1.59305	18.20

---





#### 4.8 Hasil Analisa XRD Zeolit Y Rasio molar $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 = 7,35$



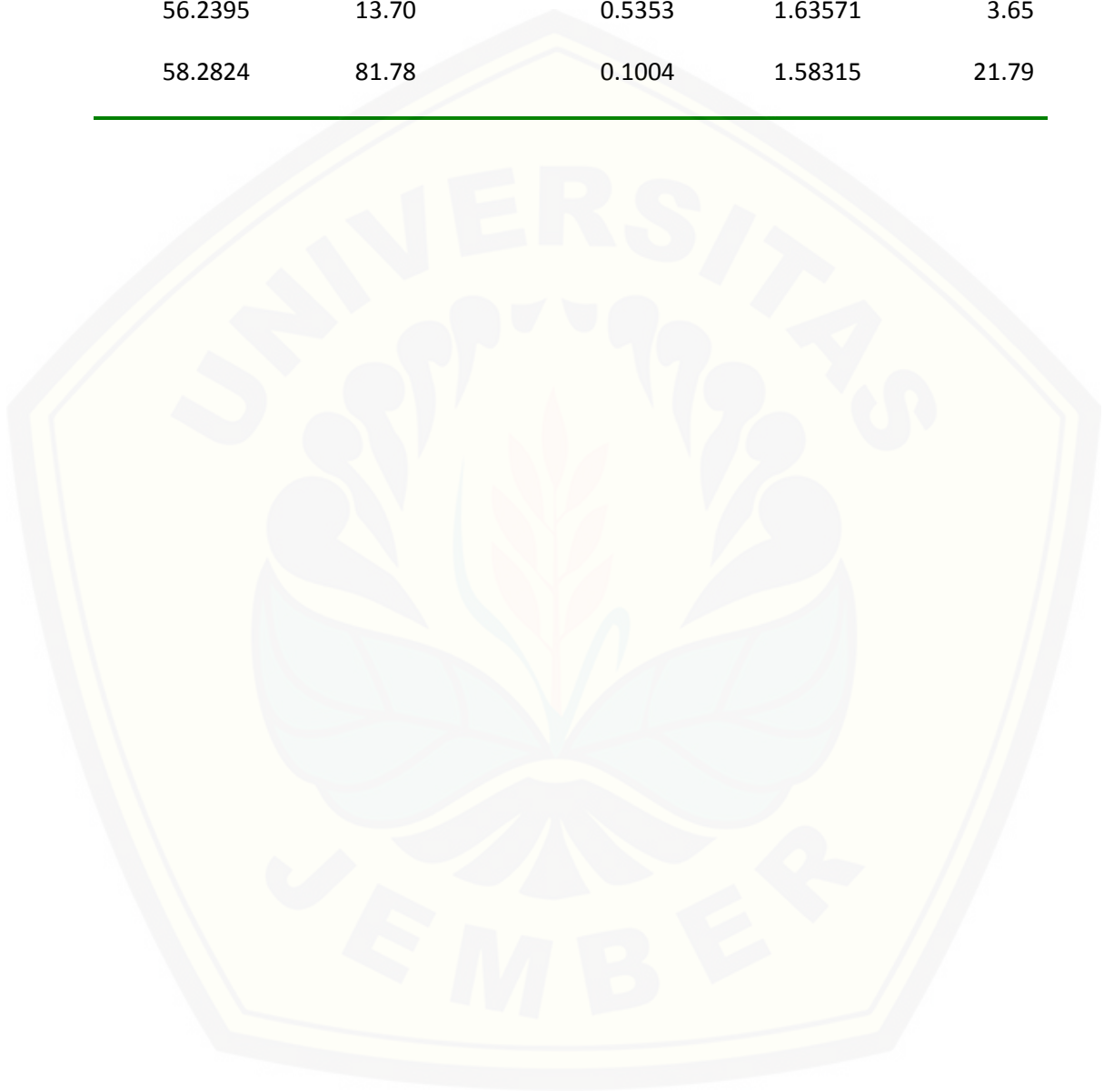
##### Peak List: (Bookmark 3)

Pos. [ $^{\circ}2\text{Th.}$ ]	Height [cts]	FWHM Left [ $^{\circ}2\text{Th.}$ ]	d-spacing [ $\text{\AA}$ ]	Rel. Int. [%]
6.8361	12.45	0.8029	12.93075	3.32
13.9004	182.46	0.1004	6.37104	48.62
14.1133	149.83	0.1171	6.27541	39.93
17.6522	21.10	0.4015	5.02449	5.62
21.6153	35.98	0.2007	4.11139	9.59
24.4220	375.27	0.1004	3.64488	100.00
28.1193	81.62	0.4015	3.17347	21.75
31.4169	40.92	0.4684	2.84749	10.90
33.2044	93.62	0.2342	2.69818	24.95
34.6949	204.69	0.2007	2.58560	54.54
37.6205	37.55	0.2342	2.39098	10.01

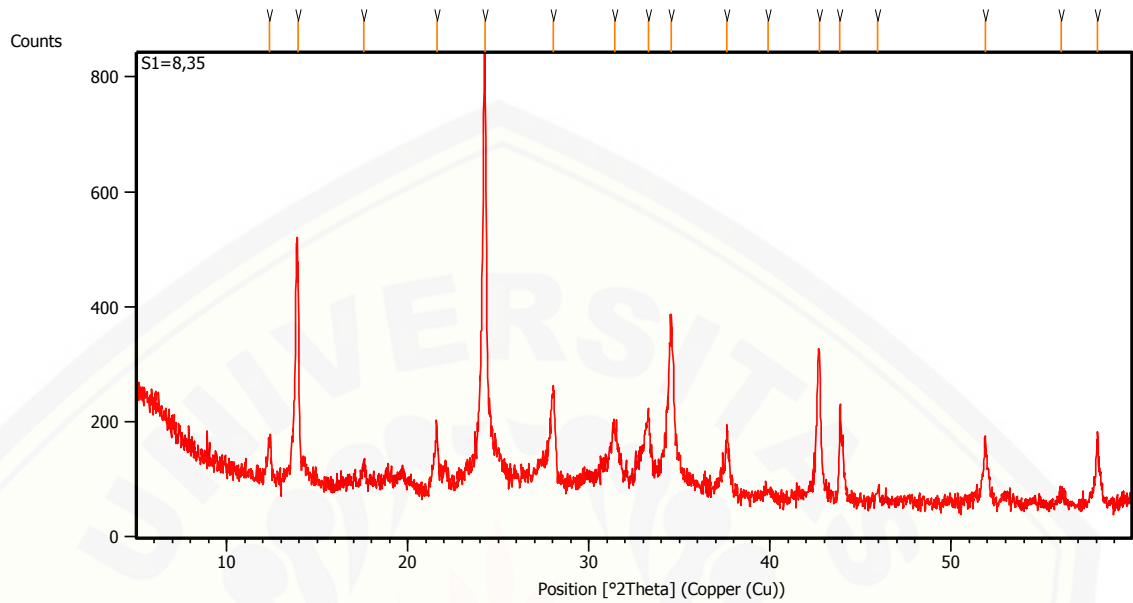
---

42.8348	192.20	0.3011	2.11123	51.22
46.2152	12.10	0.4015	1.96438	3.22
52.0361	91.76	0.1004	1.75751	24.45
56.2395	13.70	0.5353	1.63571	3.65
58.2824	81.78	0.1004	1.58315	21.79

---



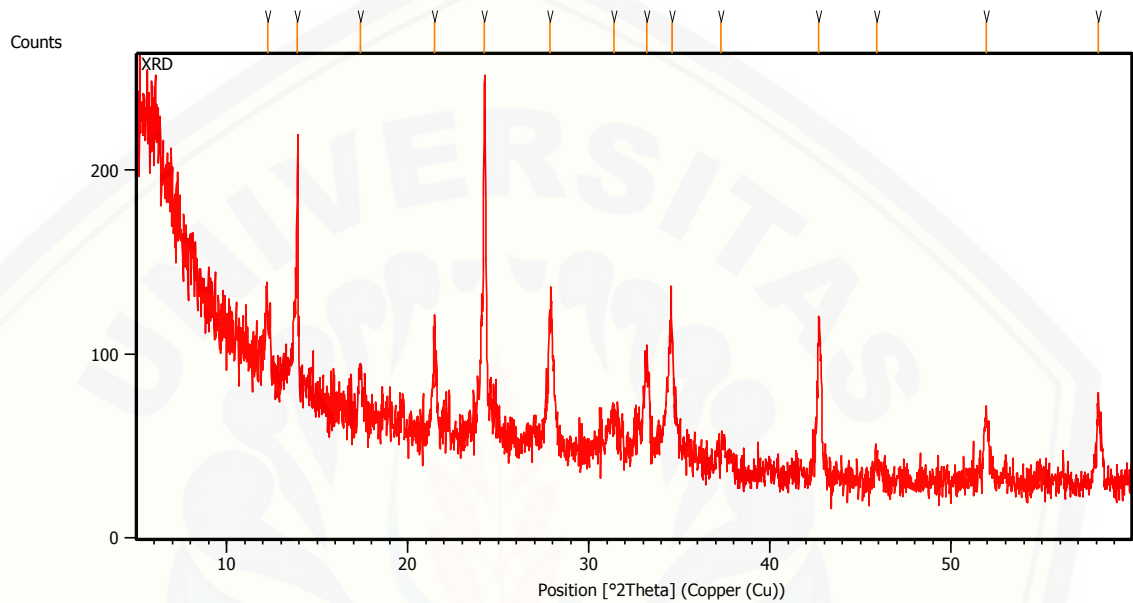
#### 4.9 Hasil Analisa XRD Zeolit Y Rasio molar $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 = 8,35$



##### Peak List:

Pos. [ $^{\circ}2\text{Th.}$ ]	Height [cts]	FWHM Left [ $^{\circ}2\text{Th.}$ ]	d-spacing [ $\text{\AA}$ ]	Rel. Int. [%]
12.3791	66.04	0.1338	7.15036	8.80
13.9613	298.54	0.1840	6.34336	39.79
17.5692	29.58	0.2007	5.04802	3.94
21.6010	105.07	0.1338	4.11408	14.00
24.2408	750.39	0.1338	3.67171	100.00
28.0501	154.89	0.1004	3.18114	20.64
31.4102	84.68	0.3346	2.84809	11.29
33.2859	116.72	0.1338	2.69176	15.55
34.5577	275.71	0.2007	2.59555	36.74
37.6164	107.44	0.1673	2.39123	14.32
39.8693	13.44	0.4015	2.26116	1.79
42.7178	257.63	0.1506	2.11674	34.33
43.8621	167.26	0.0836	2.06414	22.29
45.9489	21.57	0.2007	1.97514	2.87
51.8799	108.31	0.1338	1.76243	14.43
56.0636	15.77	0.4015	1.64042	2.10
58.0597	104.94	0.1338	1.58869	13.98

#### 4.10 Hasil Analisa XRD Zeolit Y Rasio molar $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 = 9,35$



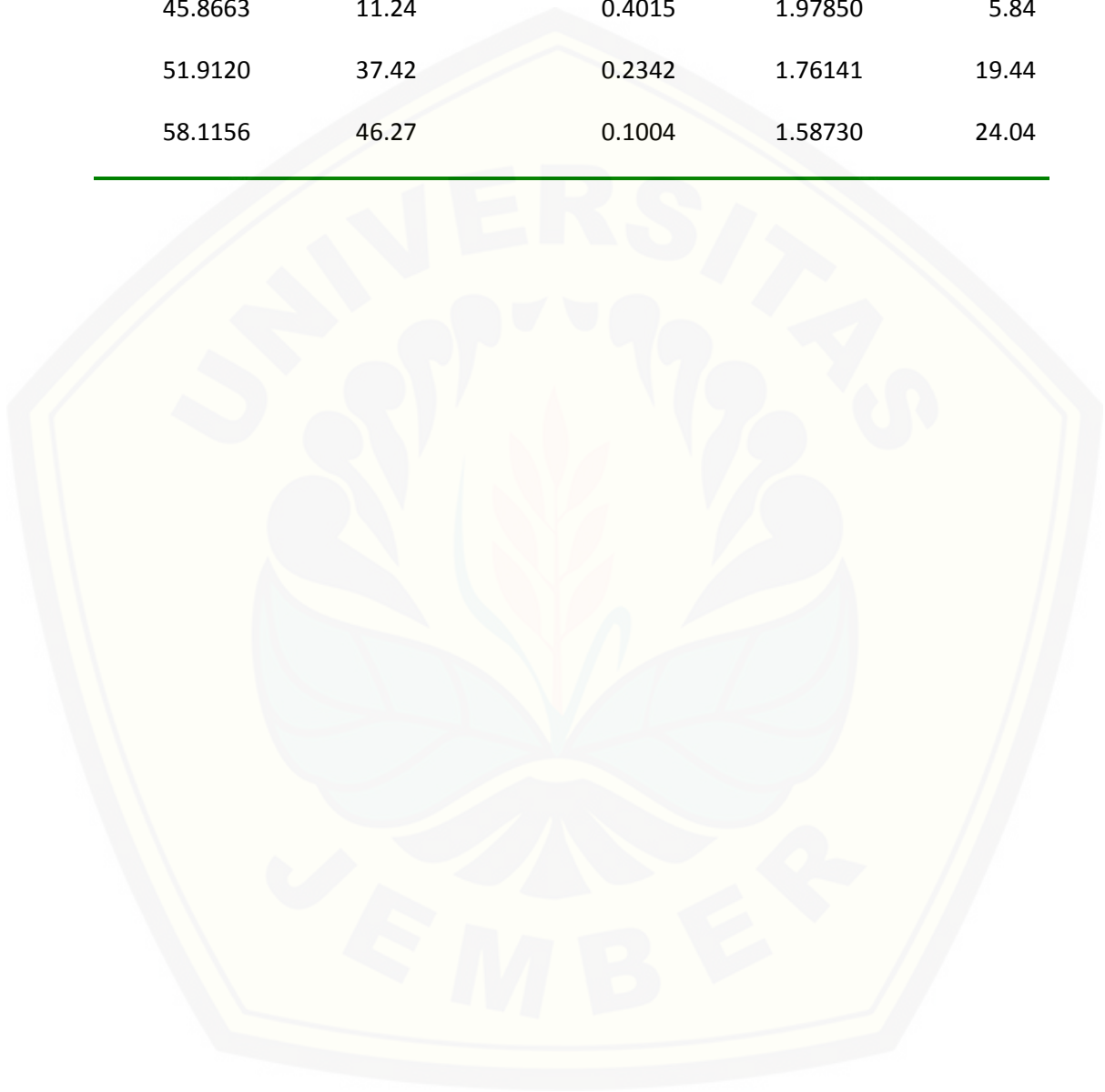
#### Peak List:

Pos. [ $^{\circ}2\text{Th.}$ ]	Height [cts]	FWHM Left [ $^{\circ}2\text{Th.}$ ]	d-spacing [ $\text{\AA}$ ]	Rel. Int. [%]
12.2661	30.40	0.2007	7.21597	15.79
13.9048	118.76	0.0502	6.36902	61.69
17.3573	24.39	0.2007	5.10918	12.67
21.4513	54.22	0.1673	4.14245	28.16
24.2381	192.51	0.1004	3.67211	100.00
27.8654	72.71	0.1673	3.20181	37.77
31.3736	19.12	0.5353	2.85133	9.93
33.2131	50.29	0.2676	2.69749	26.12

---

34.5800	72.10	0.2007	2.59393	37.45
37.2805	12.26	0.8029	2.41200	6.37
42.6885	86.02	0.2007	2.11813	44.68
45.8663	11.24	0.4015	1.97850	5.84
51.9120	37.42	0.2342	1.76141	19.44
58.1156	46.27	0.1004	1.58730	24.04

---



#### 4.11 Hasil Analisa XRF Sampel Hasil Peleburan Variasi Perbandingan Berat NaOH/lumpur NaOH/lumpur 1,1

Formula	Z	Concentration	Status	Line 1
Na2O	11	33.03%	Fit spectrum	Na KA1/EQ20
SiO2	14	25.06%	Fit spectrum	Si KA1/EQ20
Fe2O3	26	10.42%	Fit spectrum	Fe KA1/EQ20
Al2O3	13	7.72%	Fit spectrum	Al KA1/EQ20
MgO	12	5.56%	Fit spectrum	Mg KA1/EQ20
SO3	16	4.80%	Fit spectrum	S KA1/EQ20
K2O	19	3.36%	Fit spectrum	K KA1/EQ20
CaO	20	2.40%	Fit spectrum	Ca KA1/EQ20
P2O5	15	2.35%	Fit spectrum	P KA1/EQ20
TiO2	22	2.06%	Fit spectrum	Ti KA1/EQ20
Cl	17	1.94%	Fit spectrum	Cl KA1/EQ20
La2O3	57	0.27%	Fit spectrum	La KA1/EQ50
ZrO2	40	0.15%	Fit spectrum	Zr KA1/EQ20
CeO2	58	0.14%	Fit spectrum	Ce KA1/EQ50
MnO	25	0.13%	Fit spectrum	Mn KA1/EQ20
Nd2O3	60	0.09%	Fit spectrum	Nd LA1/EQ20
SrO	38	0.05%	Fit spectrum	Sr KA1/EQ20
SnO2	50	0.04%	Fit spectrum	Sn KA1/EQ40
V2O5	23	0.04%	Fit spectrum	V KA1/EQ20
Rb2O	37	0.04%	Fit spectrum	Rb KA1/EQ20
Cr2O3	24	0.04%	Fit spectrum	Cr KA1/EQ20
CuO	29	0.03%	Fit spectrum	Cu KA1/EQ20
ZnO	30	0.03%	Fit spectrum	Zn KA1/EQ20
NiO	28	0.03%	Fit spectrum	Ni KA1/EQ20
Ga2O3	31	0.02%	Fit spectrum	Ga KA1/EQ20
Bi2O3	83	0.02%	Fit spectrum	Bi LA1/EQ20
Sb2O3	51	0.02%	Fit spectrum	Sb KA1/EQ40
TeO2	52	0.02%	Fit spectrum	Te KA1/EQ40
SeO2	34	0.02%	Fit spectrum	Se KA1/EQ20
I	53	0.02%	Fit spectrum	I KA1/EQ40
As2O3	33	0.02%	Fit spectrum	As KA1/EQ20
CdO	48	0.02%	Fit spectrum	Cd KA1/EQ40
GeO2	32	0.01%	Fit spectrum	Ge KA1/EQ20
Nb2O5	41	0.01%	Fit spectrum	Nb KA1/EQ20
Br	35	0.01%	Fit spectrum	Br KA1/EQ20
Y2O3	39	0.01%	Fit spectrum	Y KA1/EQ40

Formula	Z	Concentration	Status	Line 1
O	8	37.39%	Chem. bindings	
Na	11	24.50%	Fit spectrum	Na KA1/EQ20
Si	14	11.71%	Fit spectrum	Si KA1/EQ20
Fe	26	7.29%	Fit spectrum	Fe KA1/EQ20
Al	13	4.09%	Fit spectrum	Al KA1/EQ20
Mg	12	3.36%	Fit spectrum	Mg KA1/EQ20
K	19	2.79%	Fit spectrum	K KA1/EQ20
Cl	17	1.94%	Fit spectrum	Cl KA1/EQ20
S	16	1.92%	Fit spectrum	S KA1/EQ20
Ca	20	1.72%	Fit spectrum	Ca KA1/EQ20
Ti	22	1.24%	Fit spectrum	Ti KA1/EQ20
P	15	1.03%	Fit spectrum	P KA1/EQ20
La	57	0.23%	Fit spectrum	La KA1/EQ50
Ce	58	0.11%	Fit spectrum	Ce KA1/EQ50
Zr	40	0.11%	Fit spectrum	Zr KA1/EQ20
Mn	25	0.10%	Fit spectrum	Mn KA1/EQ20
Nd	60	0.08%	Fit spectrum	Nd LA1/EQ20
Sr	38	0.04%	Fit spectrum	Sr KA1/EQ20
Sn	50	0.03%	Fit spectrum	Sn KA1/EQ40
Rb	37	0.03%	Fit spectrum	Rb KA1/EQ20
Cu	29	0.03%	Fit spectrum	Cu KA1/EQ20
Cr	24	0.03%	Fit spectrum	Cr KA1/EQ20
V	23	0.02%	Fit spectrum	V KA1/EQ20
Bi	83	0.02%	Fit spectrum	Bi LA1/EQ20
Zn	30	0.02%	Fit spectrum	Zn KA1/EQ20
Ni	28	0.02%	Fit spectrum	Ni KA1/EQ20
Sb	51	0.02%	Fit spectrum	Sb KA1/EQ40
Ga	31	0.02%	Fit spectrum	Ga KA1/EQ20
I	53	0.02%	Fit spectrum	I KA1/EQ40
Te	52	0.01%	Fit spectrum	Te KA1/EQ40
Cd	48	0.01%	Fit spectrum	Cd KA1/EQ40
Br	35	0.01%	Fit spectrum	Br KA1/EQ20
As	33	0.01%	Fit spectrum	As KA1/EQ20
Se	34	0.01%	Fit spectrum	Se KA1/EQ20

#### 4.12 Hasil Analisa XRF Sampel Hasil Peleburan Variasi Perbandingan Berat NaOH/lumpur NaOH/lumpur 1,3

Formula	Z	Concentration	Status	Line 1
Na2O	11	39.26%	Fit spectrum	Na KA1/EQ20
SiO2	14	21.78%	Fit spectrum	Si KA1/EQ20
Fe2O3	26	9.58%	Fit spectrum	Fe KA1/EQ20
MgO	12	6.52%	Fit spectrum	Mg KA1/EQ20
Al2O3	13	5.76%	Fit spectrum	Al KA1/EQ20
SO3	16	3.81%	Fit spectrum	S KA1/EQ20
K2O	19	3.33%	Fit spectrum	K KA1/EQ20
CaO	20	2.77%	Fit spectrum	Ca KA1/EQ20
P2O5	15	2.19%	Fit spectrum	P KA1/EQ20
TiO2	22	1.82%	Fit spectrum	Ti KA1/EQ20
Cl	17	1.55%	Fit spectrum	Cl KA1/EQ20
La2O3	57	0.50%	Fit spectrum	La KA1/EQ50
ZrO2	40	0.19%	Fit spectrum	Zr KA1/EQ20
MnO	25	0.19%	Fit spectrum	Mn KA1/EQ20
CeO2	58	0.18%	Fit spectrum	Ce KA1/EQ50
SrO	38	0.04%	Fit spectrum	Sr KA1/EQ20
SnO2	50	0.04%	Fit spectrum	Sn KA1/EQ40
Cr2O3	24	0.04%	Fit spectrum	Cr KA1/EQ20
CuO	29	0.04%	Fit spectrum	Cu KA1/EQ20
Rb2O	37	0.03%	Fit spectrum	Rb KA1/EQ20
Sb2O3	51	0.03%	Fit spectrum	Sb KA1/EQ40
Bi2O3	83	0.03%	Fit spectrum	Bi LA1/EQ20
V2O5	23	0.03%	Fit spectrum	V KA1/EQ20
Ga2O3	31	0.03%	Fit spectrum	Ga KA1/EQ20
I	53	0.03%	Fit spectrum	I KA1/EQ40
TeO2	52	0.03%	Fit spectrum	Te KA1/EQ40
ZnO	30	0.03%	Fit spectrum	Zn KA1/EQ20
NiO	28	0.03%	Fit spectrum	Ni KA1/EQ20
SeO2	34	0.02%	Fit spectrum	Se KA1/EQ20
CdO	48	0.02%	Fit spectrum	Cd KA1/EQ40
As2O3	33	0.02%	Fit spectrum	As KA1/EQ20
Br	35	0.02%	Fit spectrum	Br KA1/EQ20
Nb2O5	41	0.02%	Fit spectrum	Nb KA1/EQ20
WO3	74	0.02%	Fit spectrum	W LA1/EQ20
Y2O3	39	0.01%	Fit spectrum	Y KA1/EQ40



Formula	Z	Concentration	Status	Line 1
O	8	35.83%	Chem. bindings	
Na	11	29.12%	Fit spectrum	Na KA1/EQ20
Si	14	10.18%	Fit spectrum	Si KA1/EQ20
Fe	26	6.70%	Fit spectrum	Fe KA1/EQ20
Mg	12	3.93%	Fit spectrum	Mg KA1/EQ20
Al	13	3.05%	Fit spectrum	Al KA1/EQ20
K	19	2.76%	Fit spectrum	K KA1/EQ20
Ca	20	1.98%	Fit spectrum	Ca KA1/EQ20
Cl	17	1.55%	Fit spectrum	Cl KA1/EQ20
S	16	1.53%	Fit spectrum	S KA1/EQ20
Ti	22	1.09%	Fit spectrum	Ti KA1/EQ20
P	15	0.95%	Fit spectrum	P KA1/EQ20
La	57	0.43%	Fit spectrum	La KA1/EQ50
Mn	25	0.14%	Fit spectrum	Mn KA1/EQ20
Ce	58	0.14%	Fit spectrum	Ce KA1/EQ50
Zr	40	0.14%	Fit spectrum	Zr KA1/EQ20
Sr	38	0.04%	Fit spectrum	Sr KA1/EQ20
Sn	50	0.03%	Fit spectrum	Sn KA1/EQ40
Rb	37	0.03%	Fit spectrum	Rb KA1/EQ20
Cu	29	0.03%	Fit spectrum	Cu KA1/EQ20
I	53	0.03%	Fit spectrum	I KA1/EQ40
Bi	83	0.03%	Fit spectrum	Bi LA1/EQ20
Cr	24	0.03%	Fit spectrum	Cr KA1/EQ20
Sb	51	0.03%	Fit spectrum	Sb KA1/EQ40
Ga	31	0.02%	Fit spectrum	Ga KA1/EQ20
Te	52	0.02%	Fit spectrum	Te KA1/EQ40
Zn	30	0.02%	Fit spectrum	Zn KA1/EQ20
Ni	28	0.02%	Fit spectrum	Ni KA1/EQ20
Cd	48	0.02%	Fit spectrum	Cd KA1/EQ40
Br	35	0.02%	Fit spectrum	Br KA1/EQ20
V	23	0.02%	Fit spectrum	V KA1/EQ20
Se	34	0.02%	Fit spectrum	Se KA1/EQ20
As	33	0.01%	Fit spectrum	As KA1/EQ20
Nb	41	0.01%	Fit spectrum	Nb KA1/EQ20
W	74	0.01%	Fit spectrum	W LA1/EQ20
Y	39	0.01%	Fit spectrum	Y KA1/EQ40

#### 4.13 Hasil Analisa XRF Sampel Hasil Peleburan Variasi Perbandingan Berat NaOH/lumpur NaOH/lumpur 1,5

Formula	Z	Concentration	Status	Line 1
Na2O	11	41.18%	Fit spectrum	Na KA1/EQ20
SiO2	14	20.91%	Fit spectrum	Si KA1/EQ20
Fe2O3	26	8.85%	Fit spectrum	Fe KA1/EQ20
MgO	12	7.28%	Fit spectrum	Mg KA1/EQ20
Al2O3	13	5.25%	Fit spectrum	Al KA1/EQ20
SO3	16	3.88%	Fit spectrum	S KA1/EQ20
K2O	19	2.70%	Fit spectrum	K KA1/EQ20
P2O5	15	2.69%	Fit spectrum	P KA1/EQ20
CaO	20	2.29%	Fit spectrum	Ca KA1/EQ20
Cl	17	1.80%	Fit spectrum	Cl KA1/EQ20
TiO2	22	1.76%	Fit spectrum	Ti KA1/EQ20
La2O3	57	0.41%	Fit spectrum	La KA1/EQ50
CeO2	58	0.18%	Fit spectrum	Ce KA1/EQ50
MnO	25	0.13%	Fit spectrum	Mn KA1/EQ20
ZrO2	40	0.13%	Fit spectrum	Zr KA1/EQ20
ZnO	30	0.10%	Fit spectrum	Zn KA1/EQ20
Nd2O3	60	0.05%	Fit spectrum	Nd LA1/EQ20
Cr2O3	24	0.04%	Fit spectrum	Cr KA1/EQ20
CuO	29	0.04%	Fit spectrum	Cu KA1/EQ20
SrO	38	0.03%	Fit spectrum	Sr KA1/EQ20
Rb2O	37	0.03%	Fit spectrum	Rb KA1/EQ20
SnO2	50	0.03%	Fit spectrum	Sn KA1/EQ40
Bi2O3	83	0.03%	Fit spectrum	Bi LA1/EQ20
Ga2O3	31	0.03%	Fit spectrum	Ga KA1/EQ20
V2O5	23	0.03%	Fit spectrum	V KA1/EQ20
NiO	28	0.03%	Fit spectrum	Ni KA1/EQ20
SeO2	34	0.02%	Fit spectrum	Se KA1/EQ20
As2O3	33	0.02%	Fit spectrum	As KA1/EQ20
Sb2O3	51	0.02%	Fit spectrum	Sb KA1/EQ40
GeO2	32	0.02%	Fit spectrum	Ge KA1/EQ20
TeO2	52	0.02%	Fit spectrum	Te KA1/EQ40
Br	35	0.01%	Fit spectrum	Br KA1/EQ20
I	53	0.01%	Fit spectrum	I KA1/EQ40
Nb2O5	41	0.01%	Fit spectrum	Nb KA1/EQ20
CdO	48	0.01%	Fit spectrum	Cd KA1/EQ40

Formula	Z	Concentration	Status	Line 1
O	8	35.72%	Chem. bindings	
Na	11	30.55%	Fit spectrum	Na KA1/EQ20
Si	14	9.77%	Fit spectrum	Si KA1/EQ20
Fe	26	6.19%	Fit spectrum	Fe KA1/EQ20
Mg	12	4.39%	Fit spectrum	Mg KA1/EQ20
Al	13	2.78%	Fit spectrum	Al KA1/EQ20
K	19	2.24%	Fit spectrum	K KA1/EQ20
Cl	17	1.80%	Fit spectrum	Cl KA1/EQ20
Ca	20	1.64%	Fit spectrum	Ca KA1/EQ20
S	16	1.55%	Fit spectrum	S KA1/EQ20
P	15	1.17%	Fit spectrum	P KA1/EQ20
Ti	22	1.06%	Fit spectrum	Ti KA1/EQ20
La	57	0.35%	Fit spectrum	La KA1/EQ50
Ce	58	0.14%	Fit spectrum	Ce KA1/EQ50
Mn	25	0.10%	Fit spectrum	Mn KA1/EQ20
Zr	40	0.09%	Fit spectrum	Zr KA1/EQ20
Zn	30	0.08%	Fit spectrum	Zn KA1/EQ20
Nd	60	0.04%	Fit spectrum	Nd LA1/EQ20
Sr	38	0.03%	Fit spectrum	Sr KA1/EQ20
Cu	29	0.03%	Fit spectrum	Cu KA1/EQ20
Cr	24	0.03%	Fit spectrum	Cr KA1/EQ20
Rb	37	0.03%	Fit spectrum	Rb KA1/EQ20
Bi	83	0.02%	Fit spectrum	Bi LA1/EQ20
Sn	50	0.02%	Fit spectrum	Sn KA1/EQ40
Ga	31	0.02%	Fit spectrum	Ga KA1/EQ20
Ni	28	0.02%	Fit spectrum	Ni KA1/EQ20
Se	34	0.02%	Fit spectrum	Se KA1/EQ20
Sb	51	0.02%	Fit spectrum	Sb KA1/EQ40
V	23	0.01%	Fit spectrum	V KA1/EQ20
As	33	0.01%	Fit spectrum	As KA1/EQ20
Br	35	0.01%	Fit spectrum	Br KA1/EQ20
I	53	0.01%	Fit spectrum	I KA1/EQ40
Te	52	0.01%	Fit spectrum	Te KA1/EQ40
Ge	32	0.01%	Fit spectrum	Ge KA1/EQ20

#### 4.14 Hasil Analisa XRF Sampel Hasil Peleburan Variasi Perbandingan Berat NaOH/lumpur NaOH/lumpur 1,7

Formula	Z	Concentration	Status	Line 1
Na2O	11	45.77%	Fit spectrum	Na KA1/EQ20
SiO2	14	16.79%	Fit spectrum	Si KA1/EQ20
Fe2O3	26	8.48%	Fit spectrum	Fe KA1/EQ20
MgO	12	7.21%	Fit spectrum	Mg KA1/EQ20
Al2O3	13	5.63%	Fit spectrum	Al KA1/EQ20
SO3	16	3.70%	Fit spectrum	S KA1/EQ20
K2O	19	2.58%	Fit spectrum	K KA1/EQ20
P2O5	15	2.53%	Fit spectrum	P KA1/EQ20
CaO	20	2.23%	Fit spectrum	Ca KA1/EQ20
Cl	17	1.68%	Fit spectrum	Cl KA1/EQ20
TiO2	22	1.65%	Fit spectrum	Ti KA1/EQ20
La2O3	57	0.48%	Fit spectrum	La KA1/EQ50
ZnO	30	0.26%	Fit spectrum	Zn KA1/EQ20
CeO2	58	0.20%	Fit spectrum	Ce KA1/EQ50
ZrO2	40	0.14%	Fit spectrum	Zr KA1/EQ20
MnO	25	0.13%	Fit spectrum	Mn KA1/EQ20
Cr2O3	24	0.07%	Fit spectrum	Cr KA1/EQ20
SnO2	50	0.05%	Fit spectrum	Sn KA1/EQ40
Cs2O	55	0.04%	Fit spectrum	Cs KA1/EQ40
SrO	38	0.04%	Fit spectrum	Sr KA1/EQ20
CuO	29	0.04%	Fit spectrum	Cu KA1/EQ20
NiO	28	0.03%	Fit spectrum	Ni KA1/EQ20
Rb2O	37	0.03%	Fit spectrum	Rb KA1/EQ20
V2O5	23	0.03%	Fit spectrum	V KA1/EQ20
Sb2O3	51	0.03%	Fit spectrum	Sb KA1/EQ40
Ga2O3	31	0.03%	Fit spectrum	Ga KA1/EQ20
Bi2O3	83	0.02%	Fit spectrum	Bi LA1/EQ20
I	53	0.02%	Fit spectrum	I KA1/EQ40
SeO2	34	0.02%	Fit spectrum	Se KA1/EQ20
GeO2	32	0.02%	Fit spectrum	Ge KA1/EQ20
CdO	48	0.02%	Fit spectrum	Cd KA1/EQ40
As2O3	33	0.02%	Fit spectrum	As KA1/EQ20
TeO2	52	0.02%	Fit spectrum	Te KA1/EQ40
Br	35	0.01%	Fit spectrum	Br KA1/EQ20
Nb2O5	41	0.01%	Fit spectrum	Nb KA1/EQ20

Formula	Z	Concentration	Status	Line 1
O	8	34.53%	Chem. bindings	
Na	11	33.95%	Fit spectrum	Na KA1/EQ20
Si	14	7.85%	Fit spectrum	Si KA1/EQ20
Fe	26	5.93%	Fit spectrum	Fe KA1/EQ20
Mg	12	4.35%	Fit spectrum	Mg KA1/EQ20
Al	13	2.98%	Fit spectrum	Al KA1/EQ20
K	19	2.14%	Fit spectrum	K KA1/EQ20
Cl	17	1.68%	Fit spectrum	Cl KA1/EQ20
Ca	20	1.60%	Fit spectrum	Ca KA1/EQ20
S	16	1.48%	Fit spectrum	S KA1/EQ20
P	15	1.10%	Fit spectrum	P KA1/EQ20
Ti	22	0.99%	Fit spectrum	Ti KA1/EQ20
La	57	0.41%	Fit spectrum	La KA1/EQ50
Zn	30	0.21%	Fit spectrum	Zn KA1/EQ20
Ce	58	0.16%	Fit spectrum	Ce KA1/EQ50
Zr	40	0.11%	Fit spectrum	Zr KA1/EQ20
Mn	25	0.10%	Fit spectrum	Mn KA1/EQ20
Cr	24	0.05%	Fit spectrum	Cr KA1/EQ20
Sn	50	0.04%	Fit spectrum	Sn KA1/EQ40
Cs	55	0.04%	Fit spectrum	Cs KA1/EQ40
Sr	38	0.03%	Fit spectrum	Sr KA1/EQ20
Cu	29	0.03%	Fit spectrum	Cu KA1/EQ20
Rb	37	0.03%	Fit spectrum	Rb KA1/EQ20
I	53	0.02%	Fit spectrum	I KA1/EQ40
Ni	28	0.02%	Fit spectrum	Ni KA1/EQ20
Sb	51	0.02%	Fit spectrum	Sb KA1/EQ40
Bi	83	0.02%	Fit spectrum	Bi LA1/EQ20
Ga	31	0.02%	Fit spectrum	Ga KA1/EQ20
V	23	0.02%	Fit spectrum	V KA1/EQ20
Cd	48	0.01%	Fit spectrum	Cd KA1/EQ40
Se	34	0.01%	Fit spectrum	Se KA1/EQ20
Br	35	0.01%	Fit spectrum	Br KA1/EQ20
As	33	0.01%	Fit spectrum	As KA1/EQ20
Te	52	0.01%	Fit spectrum	Te KA1/EQ40
Ge	32	0.01%	Fit spectrum	Ge KA1/EQ20

4.15 Hasil Analisa XRF Sampel Lumpur Lapindo

15-feb-2018 14:31:32

**Sample results**

Page 1

Sample ident
E 133 (Sampel Lumpur Lapindo)

Application	<Standardless>
Sequence	1 of 1
Measurement time	15-feb-2018 14:19:28
Position	2

Compound	Al	Si	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Cu	Zn	Br	Sr	Mo
Conc	12	34,7	3,97	7,36	2,11	0,13	0,097	0,46	32,9	0,15	0,07	0,16	0,76	4,8
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

Compound	Eu	Re
Conc	0,47	0,2
Unit	%	%



