

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	ii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN	xii
DAFTAR NAMA MINERAL	xiv
INTISARI	xv
ABSTRACT	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Perumusan Masalah	3
I.3. Batasan Masalah	3
I.4. Tujuan Penelitian	4
I.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
II.1. Aktivasi Kimia Zeolit Alam Menggunakan Larutan NaOH	5
II.2. Metode Aktivasi Kimia	7
BAB III DASAR TEORI	8
III.1. Adsorpsi	8
III.2. Zeolit	12
III.3. Aktivasi	16
III.4. <i>Pressure Swing Adsorption</i>	17
III.5. Sistem Instrumentasi Pengukur Kandungan Oksigen	18
III.6. Metode Karakterisasi Zeolit	19
III.6.1. <i>X-Ray Diffraction</i>	19
III.6.2. <i>Brunauer-Emmet-Teller</i>	21
III.6.3. <i>Laser Particle Size Analyzer</i>	22
III.6.4. <i>X-Ray Fluorescence</i>	23



III.7. Hipotesis	25
BAB IV PELAKSANAAN PENELITIAN.....	26
IV.1. Alat dan Bahan Penelitian	26
IV.2. Tata Laksana Penelitian.....	29
IV.2.1. Tahap Persiapan Alat dan Bahan	29
IV.2.2. Tahap Preparasi Zeolit.....	29
IV.2.3. Tahap Aktivasi Fisis.....	30
IV.2.4. Tahap Persiapan Aktivasi Kimia (Pembuatan Larutan NaOH)	31
IV.2.5. Tahap Aktivasi kimia menggunakan NaOH.....	31
IV.2.6. Tahap Kalibrasi Kolom dan Adsorpsi N ₂	36
IV.3. Analisis Hasil Penelitian	38
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	40
V.1. Pengujian Peralatan PSA Sebagai Kolom Adsorpsi.....	40
V.2. Pengaruh Konsentrasi NaOH Pada Proses Aktivasi Kimia	43
V.3. Pengaruh Suhu Proses Aktivasi Kimia.....	51
V.4. Pengaruh dari Proses Aktivasi Fisis dan Kimia terhadap Morfologi Zeolit	54
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	59
VI.1. Kesimpulan.....	59
VI.2. Saran.....	60
Daftar Pustaka	61
LAMPIRAN	67
LAMPIRAN 1 Hasil Pengujian XRD	67
LAMPIRAN 2 Hasil Pengujian XRF.....	71
LAMPIRAN 3 Hasil Pengujian BET.....	79
LAMPIRAN 4 Hasil Pengujian PSA	103



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Klasifikasi material porus menurut IUPAC [15]	11
Tabel 3.2. Sifat-sifat zeolit [21], [33]	15
Tabel 5.1. Komposisi Elemen Unsur pada Zeolit Alam Sebelum dan Sesudah Diaktivasi dengan NaOH 2 M, 4 M, dan 6 M.	43
Tabel 5.2. Hasil analisis mineralogi sampel zeolit alam sebelum dan sesudah diaktivasi dengan NaOH 2 M, 4 M, dan 6 M dari hasil uji XRD.....	47
Tabel 5.3. Hasil analisis mineralogi zeolit sesudah diaktivasi pada suhu 60°C, 75°C, dan 90°C.....	52
Tabel 5.4. Komposisi Elemen Unsur pada Zeolit Teraktivasi Kimia pada Suhu 60°C, 75°C, dan 90°C.	53
Tabel 5.5. Hasil Analisis Morfologi Zeolit Komersial, Zeolit Alam Sebelum dan Sesudah Diaktivasi.....	57



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Ilustrasi perbedaan adsorpsi (a) dan absorpsi (b) [17].....	8
Gambar 3.2. Ilustrasi adsorpsi <i>monolayer</i> dan <i>multilayer</i> [19].....	9
Gambar 3.3. Ilustrasi adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia [19].....	10
Gambar 3.4. Satuan pembangun dasar zeolit [21].....	12
Gambar 3.5. Satuan pembangun sekunder zeolit [25].....	13
Gambar 3.6. Ukuran relatif <i>n-ring</i> [26].....	13
Gambar 3.7. Mekanisme desilikasi [35].	16
Gambar 3.8. Langkah-langkah pada siklus Skarstrom [20].	17
Gambar 3.9. Tabung sinar-X [40].....	20
Gambar 3.10. Klasifikasi teknologi LPSA [42]	22
Gambar 3.11. Prinsip kerja <i>Particle Size Analyzer</i> [43]	23
Gambar 3.12. Prinsip kerja XRF [45].....	24
Gambar 3.13. Bagian-bagian XRF [46].....	24
Gambar 3.14. Bagian detektor XRF [46].....	25
Gambar 3.15. Keluaran spektrum dari tabung XRF [46].....	25
Gambar 4.1. Skema alat aktivasi kimia [47]	27
Gambar 4.2. Skema alat adsorpsi PSA	27
Gambar 4.3 Kolom adsorpsi PSA.....	27
Gambar 4.4. Diagram alir tahap pelaksanaan penelitian	28
Gambar 4.5. Ayakan 30 mesh	30
Gambar 4.6. Ayakan 50 mesh	30
Gambar 4.7. Alat untuk Proses Aktivasi Kimia Zeolit.....	32
Gambar 4.8. Proses pengadukan menggunakan <i>magnetic stirrer</i>	33
Gambar 4.9. Proses penyaringan setelah proses aktivasi kimia	33
Gambar 4.10. Penimbangan sampel basah yang sudah teraktivasi	34
Gambar 4.11. Proses pencucian dengan <i>magnetic stirrer</i>	34
Gambar 4.12. Proses pemisahan sampel yang sudah dicuci untuk dikeringkan dengan oven.....	35
Gambar 4.13. Sampel yang sudah dikeringkan.....	35
Gambar 4.14. Sampel zeolit teraktivasi kimia.....	36
Gambar 4.15. Sistem keran bukaan dari tangki kompresor	37
Gambar 4.16. Rangkaian kolom adsorpsi PSA	38
Gambar 4.17. Sistem penghubung keluaran PSA ke sensor K25.....	38
Gambar 5.1. Hubungan perubahan tekanan kompresor terhadap kadar oksigen dengan <i>holding time</i> 15 menit.	41
Gambar 5.2. Hubungan perubahan panjang kolom adsorpsi terhadap kadar oksigen.	42
Gambar 5.3. Difraktogram zeolit alam sebelum dan sesudah diaktivasi pada konsentrasi NaOH 2 M, 4 M, dan 6 M.....	45
Gambar 5.4. Nilai kristalinitas zeolit alam sebelum dan sesudah diaktivasi pada konsentrasi NaOH 2 M, 4 M, dan 6 M.....	46



Gambar 5.5. Difraktogram zeolit teraktivasi fisis dan kimia dengan NaOH 6 M.	49
Gambar 5.6. Pengaruh Konsentrasi NaOH terhadap Rasio Si/Al Sampel Zeolit Teraktivasi.	50
Gambar 5.7. Difraktogram zeolit sesudah diaktivasi pada suhu 60°C, 75°C, dan 90°C.	51
Gambar 5.8. Nilai kristalinitas zeolit sesudah diaktivasi pada suhu 60°C, 75°C, dan 90°C.	52
Gambar 5.9. Pengaruh Suhu Aktivasi terhadap Rasio Si/Al Sampel Zeolit teraktivasi.	54
Gambar 5.10. Pengaruh Kenaikan Konsentrasi Larutan NaOH terhadap Rata-Rata Radius Pori-Pori	55
Gambar 5.11. Pengaruh Kenaikan Konsentrasi Larutan NaOH terhadap Luas Permukaan.	55
Gambar 5.12. Pengaruh Kenaikan Suhu Aktivasi terhadap Rata-Rata Radius Pori-Pori.	56
Gambar 5.13. Pengaruh Kenaikan Suhu Aktivasi terhadap Luas Permukaan.	57



DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

<i>Lambang</i>	<i>Keterangan</i>	<i>Satuan</i>
A_m	Luas penampang adsorbat	nm^2
S	Luas permukaan total adsorben	nm^2/g
X_m	Kapasitas monolayer	L/g
M_v	Volume molar gas ideal	L/mol
L_{av}	Bilangan Avogadro	partikel/mol
M	Konsentrasi larutan	molar (M)
m	Massa padatan	g
M_r	Massa atom relatif	g/mol
V	Volume larutan	mL
λ	Panjang gelombang sinar-X	\AA

Singkatan

PET	<i>Positron Emission Tomography</i>
PSA	<i>Pressure Swing Adsorption</i>
XRD	<i>X-Ray Diffraction</i>
XRF	<i>X-Ray Fluorescence</i>
BET	<i>Brunauer-Emmet-Teller</i>
SAA	<i>Surface Area Analyzer</i>
LPSA	<i>Laser Particle Size Analyzer</i>
SLS	<i>Static Light Scattering</i>
DLS	<i>Dynamic Light Scattering</i>
DIA	<i>Dynamic Image Analysis</i>
NIBS	<i>Non-Invasive Back Scatter</i>
MCA	<i>Multi Channel Analyzer</i>
IUPAC	<i>International Union of Pure and Applied Chemistry</i>
FFA	<i>Free Fatty Acid</i>
PBU	<i>Primary Building Unit</i>



SBU	<i>Secondary Building Unit</i>
ZSM	<i>Zeolite Socony Mobile</i>
MOF	<i>Metal Organic Frameworks</i>
LPPT	Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu
BRIN	Badan Riset dan Inovasi Nasional
IC	<i>Integrated Circuit</i>



DAFTAR NAMA MINERAL

<i>Nama Mineral</i>	<i>Rumus Kimia</i>
Kuarsa	SiO_2
Heulandit-Na	$(\text{Na}, \text{Ca}_{0,5}, \text{Sr}_{0,5}, \text{Ba}_{0,5}, \text{Mg}_{0,5}, \text{K})_9[\text{Al}_9 \text{Si}_{27} \text{O}_{72}] \cdot 24\text{H}_2\text{O}$
Heulandit-Ca	$(\text{Ca}, \text{Sr}_{0,5}, \text{Ba}_{0,5}, \text{Mg}_{0,5}, \text{Na}_{0,5}, \text{K})_9[\text{Al}_9 \text{Si}_{27} \text{O}_{72}] \cdot 24\text{H}_2\text{O}$
Mordenit	$(\text{Na}_2, \text{Ca}, \text{K}_2)_4[\text{Al}_8 \text{Si}_{40} \text{O}_{96}] \cdot 28(\text{H}_2\text{O})$
Kalsium Sodium Aluminium Silikat Hidrat	$\text{Ca}_{2,5}\text{Na}_2\text{Al}_7\text{Si}_{41}\text{O}_{96} \cdot 24(\text{H}_2\text{O})$
Kalsium Karbonat	$\text{Ca}(\text{CO}_3)$
Faujasit – Na	$(\text{Na}, \text{Ca}_{0,5}, \text{Mg}_{0,5}, \text{K})_{3,2}[\text{Al}_{3,2}\text{Si}_{8,8}\text{O}_{24}] \cdot 16(\text{H}_2\text{O})$
Kalsium Aluminium Silikat	$\text{CaAl}_{1,77}\text{Si}_{2,23}\text{O}_8$
Kalium Magnesium Aluminium Silikat Hidroksida	$\text{K}(\text{Mg}, \text{Al})(\text{Si}_{3,5}\text{Al}_{0,5})\text{O}_{10}(\text{OH})_2$

