

LAPORAN HASIL PENELITIAN

**“SINTESIS ZEOLIT X DARI NATRIUM SILIKAT DAN NATRIUM ALUMINAT:
PENGARUH PH DAN KONSENTRASI NATRIUM ALUMINAT TERHADAP
KAPASITAS TUKAR KATION”**



OLEH:

SYAMSIAR HUDAWI SYUKRI

NPM. 22031010139

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAWA TIMUR
SURABAYA
2026**

**"SINTESIS ZEOLIT X DARI NATRIUM SILIKAT DAN NATRIUM
ALUMINAT: PENGARUH PH DAN KONSENTRASI NATRIUM ALUMINAT
TERHADAP KAPASITAS TUKAR KATION"**

SKRIPSI

Digunakan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam Memperoleh Gelar

Sarjana Teknik

Program Studi Teknik Kimia



OLEH:

SYAMSIAR HUDAWI SYUKRI

NPM. 22031010139

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR

SURABAYA

2026



Laporan Hasil Penelitian
"Sintesis Zeolit X Dari Natrium Silikat Dan Natrium Aluminat
Pengaruh pH Dan Konsentrasi Natrium Aluminat Terhadap Kapasitas
Tukar Kation"

LAPORAN HASIL PENELITIAN

"SINTESIS ZEOLIT X DARI NATRIUM SILIKAT DAN NATRIUM
ALUMINAT: PENGARUH PH DAN KONSENTRASI NATRIUM
ALUMINAT TERHADAP KAPASITAS TUKAR KATION"

Difusun Oleh :

SYAMSIAR HUDAWI SYUKRI

NPM. 22031010139

Telah dipertahankan, dihadapkan, dan disetujui oleh Dosen Penguji

Pada tanggal: 23 Juni 2026

Dosen Penguji

Dosen Pembimbing

1.

Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, M.T.
NIP. 19660621-199203 2 001

Prof. Dr. T. Ir. Dyah Suci Perwitasari, M.T.
NIP. 19661130-199203 2 001

Ir. Caecilia Pujastuti, M.T.
NIP. 19630305 198803 2 001

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

Program Studi S-1 Teknik Kimia
Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



Laporan Hasil Penelitian
"Sintesis Zeolit X Dari Natrium Silikat Dan Natrium Aluminat:
Pengaruh pH Dan Konsentrasi Natrium Aluminat Terhadap Kapasitas
Tukar Kation"

LAPORAN HASIL PENELITIAN

**"SINTESIS ZEOLIT X DARI NATRIUM SILIKAT DAN NATRIUM
ALUMINAT: PENGARUH PH DAN KONSENTRASI NATRIUM
ALUMINAT TERHADAP KAPASITAS TUKAR KATION"**

Disusun Oleh :

SYAMSIAR HUDAWI SYUKRI

(22031010139)

Laporan hasil penelitian ini telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. T. Ir. Dyah Suci Perwitasari, M.T.

NIP. 19661130 199203 2 001



Laporan Hasil Penelitian

"Sintesis Zeolit X Dari Natrium Silikat Dan Natrium Aluminat:
Pengaruh pH Dan Konsentrasi Natrium Aluminat Terhadap Kapasitas
Tukar Kation"

KETERANGAN REVISI

Yang di bawah ini :

Nama : 1. Elvara Rezkia Putri Ivanka

NPM : 22031010110

2. Syamsiar Hudawi Syukri

NPM : 22031010139

Telah mengerjakan revisi / tidak ada revisi Laporan Hasil Penelitian, dengan

Judul :

"Sintesis Zeolit X Dari Natrium Silikat Dan Natrium Aluminat: Pengaruh pH
Dan Konsentrasi Natrium Aluminat Terhadap Kapasitas Tukar Kation"

Surabaya, 23 Juni 2026

Menyetujui,

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

(Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, M.T.)

NIP. 19660621 199203 2 001

(Ir. Caecilia Pujiastuti, M.T.)

NIP. 19630305 198803 2 001

Dosen Pembimbing

(Prof. Dr.T. Ir. Dyah Suci Perwitasari, M.T.)

NIP. 19661130 199203 2 001



Laporan Hasil Penelitian

"Sintesis Zeolit X Dari Natrium Silikat Dan Natrium Aluminat:
Pengaruh pH Dan Konsentrasi Natrium Aluminat Terhadap Kapasitas
Tukar Kation"

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Syamsiar Hudawi Syukri
NPM : 22031010139
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Teknik Kimia
Fakultas : Teknik dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah ~~Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi~~ ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila di kemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi/Tesis/Disertasi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 23 Juni 2026

Yang Membuat Pernyataan




Syamsiar Hudawi Syukri
NPM. 22031010139



KATA PENGANTAR

Puji syukur Penyusun panjatkan kehadiran Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa atas segala ridho-Nya sehingga Penyusun dapat menyelesaikan laporan hasil penelitian yang berjudul “Sintesis Zeolit X Dari Natrium Silikat Dan Natrium Aluminat: Pengaruh pH Dan Konsentrasi Natrium Aluminat Terhadap Kapasitas Tukar Kation” sebagai salah satu syarat untuk kelulusan.

Pada kesempatan ini Penyusun mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada semua pihak yang telah membantu baik dalam proses penelitian sampai penyusunan laporan. Ucapan terima kasih ini disampaikan kepada :

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, MT., selaku Koordinator Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Prof. Dr. T. Ir. Dyah Suci Perwitasari, M.T. selaku Dosen Pembimbing Penelitian yang senantiasa memberikan bimbingan, ide, saran, dan masukan kepada penulis.
4. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, MT., selaku Dosen Penguji Penelitian.
5. Ir. Caecilia Pujiastuti, M.T. selaku Dosen Penguji Penelitian.

Penyusun menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan hasil penelitian ini. Oleh karena itu saran dan kritik yang membangun sangat Penyusun harapkan untuk penyempurnaan laporan. Akhir kata, Penyusun berharap laporan ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan semua pihak.

Surabaya, 26 Juni 2026

Penyusun



Laporan Hasil Penelitian

“Sintesis Zeolit X Dari Natrium Silikat Dan Natrium Aluminat: Pengaruh pH Dan Konsentrasi Natrium Aluminat Terhadap Kapasitas Tukar Kation”

V.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN A.....	63
LAMPIRAN B	69
LAMPIRAN C	73
LAMPIRAN D.....	74



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KETERANGAN REVISI.....	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	x
INTISARI.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Tujuan Penelitian	3
I.3 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
II.1 Teori Umum	4
II.1.1 Natrium Silikat	4
II.1.2 Natrium Aluminat.....	4
II.1.3 Zeolit.....	5
II.1.4 Karakteristik Zeolit.....	6
II.1.5 Metode Sol-Gel	8
II.1.6 Logam Berat Pb.....	8
II.1.7 SNI Kapasitas Pertukaran Ion	9
II.1.8 Limbah Elektroplating.....	10
II.2 Landasan Teori	11
II.2.1 Proses Gelasi Silika	11
II.2.2 Proses Kristalisasi Zeolit	12
II.2.3 Mekanisme Pertukaran Ion Zeolit	12
II.2.4 Faktor yang Mempengaruhi	14
II.3 Hipotesis	18



BAB III METODE PENELITIAN.....	19
III.1 Bahan yang Digunakan	19
III.2 Alat yang Digunakan.....	19
III.2.1 Rangkaian Alat.....	19
III.3 Variabel Penelitian	20
III.3.1 Kondisi yang Ditetapkan.....	20
III.3.2 Peubah yang Digunakan.....	20
III.4 Metode Penelitian.....	20
III.5 Diagram Alir	22
III.6 Cara Analisis	24
III.7 Cara Perhitungan.....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26
IV.1 Hasil Analisis Yield Zeolit Sintesis	26
IV.1.1 Pengaruh pH Terhadap Yield Zeolit X Sintesis.....	27
IV.1.2 Pengaruh Konsentrasi Natrium Aluminat Terhadap Yield Zeolit Sintesis	28
IV.2 Hasil Analisis Pengukuran Kapasitas Tukar Kation Zeolit	29
IV.2.1 Pengaruh pH Terhadap Nilai KTK Zeolit.....	32
IV.2.2 Pengaruh Konsentrasi Natrium Aluminat Terhadap Nilai KTK Zeolit	34
IV.3 Analisis Karakteristik Zeolit dengan Scanning Electron Microscopy (SEM)	36
IV.4 Analisis Karakteristik Zeolit dengan Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR).....	40
IV.5 Analisis Hasil Uji Kemampuan Penukaran Ion Zeolit Sintesis pada Limbah Elektroplating.....	42
IV.6 Evaluasi Kinerja Zeolit Sintesis Terhadap Zeolit Alam Serta Implikasinya Terhadap Aspek Ekonomi.....	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	47
V.1 Kesimpulan	47



DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 (a) Struktur kerangka aluminosilikat pada zeolit beserta kation penyeimbang (Me), dan (b) Zeolite A, (c) Sodalite, dan (d) Zeolite-X,Y (Fujesite) (Kharisma & Munasir, 2023)	5
Gambar II. 2 Metode sol-gel untuk sintesis zeolit (Khaleque et al., 2020).....	8
Gambar II. 3 Mekanisme pertukaran ion menghilangkan ion logam berat dalam air menggunakan zeolit (Aziz et al., 2023).	13
Gambar III. 1 Diagram Alir Sintesis Zeolit	22
Gambar III. 2 Diagram Alir Pengukuran Daya Penukar Ion Zeolit Terhadap Logam Pb	23
Gambar III. 3 Diagram Alir Pengukuran Kinerja Penukar Ion Zeolit Pada Limbah Elektroplating.....	23
Gambar IV. 1 Hubungan Antara pH dan Yield (%).....	27
Gambar IV. 2 Hubungan Antara pH Terhadap nilai KTK Zeolit	32
Gambar IV. 3 Hubungan Antara Konsentrasi Natrium Aluminat dengan kapasitas tukar kation (KTK) Zeolit	34
Gambar IV. 4 Hasil SEM zeolit sintesis dengan konsentrasi natrium aluminat 1,5M dengan pH 12 (a) perbesaran 1000×, (b) perbesaran 2500×, (c) Morfologi Permukaan Zeolit Hasil Sintesis (Rilyanti et al., 2020).....	36
Gambar IV. 5 Hasil Analisis Ukuran Pori Zeolit Sintesis dari Citra SEM Menggunakan ImageJ	38
Gambar IV. 6 Distribusi Ukuran Pori Zeolit Sintesis	38
Gambar IV. 7 Hasil Analisis FT-IR Zeolit Sintesis Variasi Konsentrasi Natrium Aluminat 1,5 M dengan pH 12.....	40



DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Baku Mutu Air Limbah Industri Elektroplating.....	10
Tabel IV. 1 Hasil Yield Sintesis Zeolit	26
Tabel IV. 2 Sisa Kadar Pb Setelah Proses Kontak Dengan Zeolit.....	29
Tabel IV. 3 Persen Penurunan Kadar Pb pada Pengukuran Kapasitas Tukar Kation	30
Tabel IV. 4 Hasil Pengukuran Kapasitas Tukar Kation Zeolit	31
Tabel IV. 5 Interpretasi Spektra Zeolit Sintesis	42
Tabel IV. 6 Kandungan Limbah Elektroplating “Sinar Permata”	43
Tabel IV. 7 Kemampuan penukaran ion zeolit sintesis terhadap logam berat pada limbah elektroplating	43



INTISARI

Pencemaran limbah cair yang mengandung logam berat dari industri seperti elektroplating menjadi permasalahan serius karena sifatnya yang toksik, non-biodegradable, dan persisten di lingkungan, sehingga diperlukan teknologi pengolahan yang efektif seperti penggunaan zeolit sebagai material penukar ion. Zeolit X memiliki kapasitas tukar kation (KTK) tinggi yang dipengaruhi oleh kondisi sintesis, khususnya pH dan konsentrasi natrium aluminat. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pH sintesis dan konsentrasi natrium aluminat terhadap KTK zeolit X yang disintesis. Penelitian menggunakan metode sol-gel dengan variasi pH sintesis 8–12 dan konsentrasi natrium aluminat 1–3 M. Zeolit yang dihasilkan diuji menggunakan analisis SSA untuk mengetahui nilai KTK, serta analisis karakteristik menggunakan SEM dan FTIR.

Hasil penelitian sintesis zeolit X dari natrium silikat dan natrium aluminat dengan metode sol-gel menunjukkan bahwa pH sintesis dan konsentrasi natrium aluminat memiliki pengaruh terhadap KTK zeolit. KTK tertinggi diperoleh pada kombinasi pH sintesis 12 dan konsentrasi natrium aluminat 1,5 M dengan nilai KTK sebesar 202,4144 meq/100gr, yang telah memenuhi standar SNI 13-3494-1994. Berdasarkan hasil pengukuran, nilai KTK menunjukkan peningkatan seiring dengan kenaikan pH, serta mengalami peningkatan pada konsentrasi natrium aluminat 1–1,5 M, kemudian menurun pada konsentrasi 1,5–3 M. Hasil karakterisasi menggunakan SEM menunjukkan bahwa zeolit yang disintesis memiliki morfologi kristal dengan bentuk tak beraturan dan cenderung mengalami aglomerasi, serta karakterisasi menggunakan FTIR menunjukkan bahwa zeolit memiliki gugus-gugus khas zeolit dengan rentang bilangan gelombang 1300-500 cm^{-1} .

Kata Kunci: Sol-Gel; Kapasitas Tukar Kation; Natrium Aluminat; Ph; Penukaran Ion Logam Berat