

LAPORAN HASIL PENELITIAN
SINTESIS DAN KARAKTERISTIK $\alpha - Fe_2O_3$ DARI PASIR BESI SEBAGAI
ANODA BATERAI LITIMUM METODE EKSTRAKSI-PRESIPITASI



DISUSUN OLEH:

NASHRUL FATIH YUDHISTIRA (21031010241)

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
SURABAYA
2026

**LAPORAN HASIL PENELITIAN
SINTESIS DAN KARAKTERISTIK $\alpha - \text{Fe}_2\text{O}_3$ DARI PASIR BESI SEBAGAI
ANODA BATERAI LITIUM METODE EKSTRAKSI-PRESIPITASI**



DISUSUN OLEH:

NASHRUL FATIH YUDHISTIRA (21031010241)

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



LAPORAN HASIL PENELITIAN
SINTESIS DAN KARAKTERISTIK $\alpha - \text{Fe}_2\text{O}_3$ DARI PASIR BESI SEBAGAI
ANODA BATERAI LITUM METODE EKSTRAKSI-PRESIPITASI

LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN HASIL PENELITIAN

"SINTESIS DAN KARAKTERISTIK $\alpha - \text{Fe}_2\text{O}_3$ DARI PASIR BESI
SEBAGAI ANODA BATERAI LITHIUM METODE EKSTRAKSI-
PRESIPITASI"

Disusun Oleh:
NASHRUL FATI H YUDHISTIRA
NPM. 21031010241

Telah dipertahankan di hadapan dan diterima oleh Dosen Penguji

Pada Tanggal: 12 Januari 2026

Tim Penguji:

Pembimbing:

1.

(Prof. Dr. Ir. Sri Muljani, M.T)

NIP. 19611112 198903 2 001

(Ika Nawang Puspitawati, S.T., M.T)

NIP : 19880225 202012 2 008

2.

(Ir. Sani, M.T)

NIP. 19630412 199103 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 Teknik Kimia
Fakultas Teknik & Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



LAPORAN HASIL PENELITIAN

**SINTESIS DAN KARAKTERISTIK $\alpha - Fe_2O_3$ DARI PASIR BESI SEBAGAI
ANODA BATERAI LITIUM METODE EKSTRAKSI-PRESIPITASI**

**LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN HASIL PENELITIAN**

**SINTESIS DAN KARAKTERISTIK $\alpha - Fe_2O_3$ DARI PASIR BESI SEBAGAI
ANODA BATERAI LITHIUM METODE EKSTRAKSI-PRESIPITASI**

NASHRUL FATIH YUDHISTIRA (21031010241)

**Penelitian ini telah diperiksa dan disetujui
oleh: Dosen Pembimbing Penelitian**

(Ika Nawang Puspitawati, ST., MT.)

NIP. 19880225 202012 2 008

**Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknik & Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**



UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR

FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp. (031) 8782179 Surabaya 60294

KETERANGAN REVISI

Yang dibawah ini :

Nama : 1. Nashrul Fatih Yudhistira

NPM: 21031010241

Telah mengerjakan revisi / tidak ada revisi laporan penelitian, dengan

Judul :

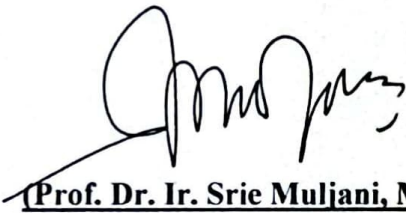
"SINTESIS DAN KARAKTERISTIK $\alpha - Fe_2O_3$ DARI PASIR BESI SEBAGAI ANODA
BATERAI LITHIUM METODE EKSTRAKSI-PRESIPITASI"

Surabaya, 12 Januari 2026

Menyetujui,

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

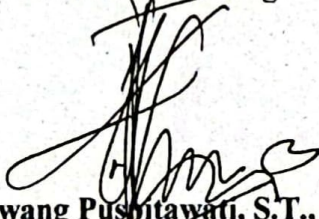

(Prof. Dr. Ir. Srie Muljani, M.T.)

NIP. 19611112 198903 2 001


(Ir. Sani, M.T.)

NIP. 19630412 199103 2 001

Dosen Pembimbing


(Ika Nawang Puspitawati, S.T., M.T.)
NIP. 19880225 202012 2 008



**LAPORAN HASIL PENELITIAN
SINTESIS DAN KARAKTERISTIK $\alpha - Fe_2O_3$ DARI PASIR BESI SEBAGAI
ANODA BATERAI LITIUM METODE EKSTRAKSI-PRESIPITASI**

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nashrul Fatih Yudhistira
NPM : 21031010241
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 dikemudian hari ditemuan indikasi plagiat pada Skripsi/Tesis/Desertasi 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, 26 Januari 2026

Yang Membuat

Nama : Nashrul Fatih Yudhistira

NPM : 21031010241





LAPORAN HASIL PENELITIAN

SINTESIS DAN KARAKTERISTIK $\alpha - Fe_2O_3$ DARI PASIR BESI SEBAGAI ANODA BATERAI LITIUUM METODE EKSTRAKSI-PRESIPITASI

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT. dengan segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan judul “Sintesis Dan Karakteristik $\alpha - Fe_2O_3$ Dari Pasir Besi Sebagai Anoda Baterai Litium Metode Ekstraksi-Presipitasi”. Penyusunan laporan penelitian ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh dalam kurikulum program studi S-1 Teknik Kimia dan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Kimia di Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Dalam pelaksanaan penyusunan laporan penelitian ini, tidak lepas dalam bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, MT., selaku Koordinator Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Ir. Isni Utami, MT. selaku dosen pembimbing I penelitian, pendidik yang memberikan bimbingan, saran, ide dan masukan kepada penulis.
4. Ibu Ika Nawang Puspitawati, S.T., MT. selaku dosen pembimbing II penelitian, pendidik yang memberikan bimbingan, saran, ide dan masukan kepada penulis.
5. Ibu Prof. Dr. Ir. Srie Muljani, MT. selaku dosen penguji penelitian.
6. Ibu Ir. Sani, MT. selaku dosen penguji penelitian.
7. Kedua orang tua kami yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat baik moril maupun materiil.
8. Segenap pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan penelitian ini.

Penyusun menyadari bahwa laporan penelitian ini masih banyak kekurangan. Oleh sebab itu, saran dan kritik yang membangun kami butuhkan untuk memperbaiki laporan penelitian ini. Akhir kata semoga laporan penelitian ini dapat memberi manfaat semua pihak yang berkepentingan dan Tuhan Yang Maha Esa memberikan



LAPORAN HASIL PENELITIAN

SINTESIS DAN KARAKTERISTIK $\alpha - Fe_2O_3$ DARI PASIR BESI SEBAGAI ANODA BATERAI LITIMUM METODE EKSTRAKSI-PRESIPITASI

balasan kepada semua pihak yang telah memberi bantuan dalam penyusunan laporan penelitian ini.

Surabaya, 06 Juli 2024

Penyusun



LAPORAN HASIL PENELITIAN

SINTESIS DAN KARAKTERISTIK $\alpha - Fe_2O_3$ DARI PASIR BESI SEBAGAI ANODA BATERAI LITIMUM METODE EKSTRAKSI-PRESIPITASI

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	viii
INTISARI.....	ix
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Tujuan	3
I.3 Manfaat	3
BAB II.....	4
TINJAUAN PUSTAKA.....	4
II.1 Teori Umum.....	4
II.1.1 Besi Oksida	4
II.1.2 Pasir Besi	4
II.1.3 Baterai Litium	5
II.1.4 Metode Sintesis α -Fe ₂ O ₃	6
II.1.5 Karakteristik α -Fe ₂ O ₃	7
II.1.6 Manfaat α -Fe ₂ O ₃	9
II.2 Landasan Teori	11
II.2.1 Metode Presipitasi dalam Sintesis Fe ₂ O ₃	11
II.2.2 Pembuatan $\alpha - Fe_2O_3$ dari Pasir Besi.....	11



LAPORAN HASIL PENELITIAN

SINTESIS DAN KARAKTERISTIK $\alpha - Fe_2O_3$ DARI PASIR BESI SEBAGAI ANODA BATERAI LITIU METODE EKSTRAKSI-PRESIPITASI

II.2.3	Transformasi Fasa dalam Proses Kalsinasi.....	12
II.2.4	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pembuatan $\alpha-Fe_2O_3$	14
II.3	Analisa X-ray Diffractometer (XRD)	15
II.4	Analisa X-ray Fluorescence (XRF)	16
II.5	Spektroskopi Warna dan Hubungan Warna–Struktur	16
II.6	Hipotesis	18
BAB III.....		19
METODE PENELITIAN.....		19
III.1	Bahan Baku Penelitian.....	19
III.2	Alat Penelitian.....	19
III.3	Rangkaian Alat Penelitian	20
III.3.1	Rangkaian Alat Ekstraksi-Presipitasi	20
III.3.2	Rangkaian Alat Kalsinasi.....	21
III.4	Variabel Penelitian.....	21
III.4.1	Kondisi yang ditetapkan	21
III.4.2	Variabel Bebas	22
III.5	Prosedur	22
III.6	Diagram Alir	24
BAB IV.....		26
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		26
IV.1	Hasil Analisa Bahan Baku	26
IV.1.1	Hasil Analisa XRF (X-Ray Fluorescence) Bahan Baku Pasir Besi.....	26
IV.2	Hasil Pengamatan Produk	26
IV.2.1	Hasil Pengamatan Produk Sintesis dan Karakteristik $\alpha-Fe_2O_3$	26



LAPORAN HASIL PENELITIAN

SINTESIS DAN KARAKTERISTIK $\alpha - Fe_2O_3$ DARI PASIR BESI SEBAGAI ANODA BATERAI LITIMUM METODE EKSTRAKSI-PRESIPITASI

IV.2.2	Hasil Pengamatan Warna α -Fe ₂ O ₃	29
IV.3	Hasil Analisa XRD Produk α -Fe ₂ O ₃	30
IV.4	Hasil Analisa XRF (X-ray Fluorescence) Produk α -Fe ₂ O ₃	32
BAB V.....		35
KESIMPULAN DAN SARAN.....		35
V. 1.	Kesimpulan	35
V.2	Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA.....		37
LAMPIRAN I.....		43
LAMPIRAN II		46
LAMPIRAN III.....		49



LAPORAN HASIL PENELITIAN

SINTESIS DAN KARAKTERISTIK $\alpha - Fe_2O_3$ DARI PASIR BESI SEBAGAI ANODA BATERAI LITIMUM METODE EKSTRAKSI-PRESIPITASI

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Variasi Suhu Pemanasan terhadap Stuktur Kristal Besi.....	13
Gambar III. 1 Rangkaian Alat Ekstraksi-Presipitasi.....	20
Gambar III. 2 Rangkaian Alat Kalsinasi.....	21
Gambar III. 3 Diagram Alur Preparasi Bahan Baku Pasir Besi.....	24
Gambar III. 4 Diagram Alur Sintesis $\alpha - Fe_2O_3$	25
Gambar IV. 1 Komposisi Senyawa Oksida dalam Bahan Baku Pasir Besi.....	26
Gambar IV. 2 Grafik Pengaruh pH dan Suhu Kalsinasi Terhadap Berat $\alpha-Fe_2O_3$...	28
Gambar IV. 3 warna bubuk $\alpha-Fe_2O_3$	29
Gambar IV. 4 Pola Difraksi Sinar-X (XRD) $\alpha-Fe_2O_3$	30
Gambar IV. 5 Pola Difraksi Sinar-X (XRD) $\alpha-Fe_2O_3$ pada JCPDS.....	31
Gambar IV. 6 Komposisi Senyawa Oksida dalam Sampel $\alpha-Fe_2O_3$	32



LAPORAN HASIL PENELITIAN

SINTESIS DAN KARAKTERISTIK $\alpha - Fe_2O_3$ DARI PASIR BESI SEBAGAI ANODA BATERAI LITIMUM METODE EKSTRAKSI-PRESIPITASI

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Karakteristik α -Fe ₂ O ₃	7
Tabel IV. 1 Berat α -Fe ₂ O ₃	27



INTISARI

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh meningkatnya kebutuhan material penyimpanan energi, khususnya baterai litium-ion, yang memerlukan material anoda dengan kapasitas tinggi, stabilitas termal baik, serta ketersediaan bahan baku yang melimpah dan ekonomis. Salah satu material yang berpotensi sebagai anoda alternatif adalah $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ (hematit), yang memiliki kapasitas teoritis tinggi (~ 1007 mAh/g), tidak beracun, stabil, serta tersedia melimpah di alam. Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki sumber daya pasir besi yang sangat besar dan tersebar luas di berbagai wilayah pesisir. Pasir besi diketahui mengandung mineral utama seperti magnetit (Fe_3O_4), hematit (Fe_2O_3), dan ilmenit (FeTiO_3), sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku sintesis material berbasis besi bernilai tambah. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mensintesis dan mengkarakterisasi $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ dari pasir besi menggunakan metode ekstraksi-presipitasi, serta mengkaji pengaruh variasi pH presipitasi dan suhu kalsinasi terhadap karakteristik produk yang dihasilkan.

Proses sintesis diawali dengan tahap preparasi bahan baku berupa pencucian, pengeringan, dan pengayakan pasir besi hingga ukuran 100 mesh. Tahap ekstraksi dilakukan dengan melarutkan 50 gram pasir besi menggunakan larutan HCl 3N sebanyak 250 mL pada suhu 70°C selama 2 jam dengan pengadukan 350 rpm untuk menghasilkan larutan FeCl_3 . Filtrat hasil ekstraksi kemudian dipresipitasi menggunakan larutan KOH 3N secara bertahap hingga mencapai variasi pH 5, 6, 7, 8, dan 9. Proses ini menghasilkan endapan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ yang kemudian disaring, dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C selama 2 jam, dan dilanjutkan dengan proses kalsinasi selama 2 jam pada variasi suhu 400°C , 500°C , 600°C , 700°C , dan 800°C untuk membentuk $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$.

Karakterisasi bahan baku pasir besi menggunakan X-Ray Fluorescence (XRF) menunjukkan bahwa komponen dominan berupa Fe_2O_3 disertai oksida pengotor seperti SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , CaO , dan oksida minor lainnya. Setelah proses



LAPORAN HASIL PENELITIAN

SINTESIS DAN KARAKTERISTIK $\alpha - \text{Fe}_2\text{O}_3$ DARI PASIR BESI SEBAGAI ANODA BATERAI LITUM METODE EKSTRAKSI-PRESIPITASI

sintesis, karakterisasi produk dilakukan menggunakan XRF dan X-Ray Diffraction (XRD). Hasil XRD menunjukkan terbentuknya fase tunggal hematit ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) yang sesuai dengan standar JCPDS No. 33-0664, dengan puncak karakteristik pada sudut 2θ sekitar 24° , 33° , 35° , 49° , dan 54° . Peningkatan suhu kalsinasi hingga $600\text{--}700^\circ\text{C}$ menghasilkan puncak difraksi yang lebih tajam, menandakan peningkatan kristalinitas dan keteraturan struktur kristal. Namun, pada suhu 800°C terjadi indikasi pertumbuhan kristal berlebih (sintering) yang berpotensi menurunkan luas permukaan aktif. Hasil XRF produk menunjukkan kandungan Fe_2O_3 mencapai lebih dari 80%, yang mengindikasikan keberhasilan proses ekstraksi dan pemurnian besi dari pasir besi. Variasi pH presipitasi berpengaruh signifikan terhadap yield dan homogenitas produk. pH 7 menghasilkan yield tertinggi dibandingkan pH lainnya, menunjukkan bahwa kondisi netral merupakan kondisi optimum untuk pembentukan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ yang stabil dan homogen. Pada pH terlalu rendah, pengendapan Fe^{3+} belum berlangsung sempurna, sedangkan pada pH terlalu tinggi berpotensi terbentuk kompleks hidroksi yang menurunkan efisiensi presipitasi. Pengamatan warna menunjukkan perubahan dari coklat gelap menjadi merah bata cerah seiring peningkatan suhu kalsinasi, yang merupakan indikator visual terbentuknya fase hematit yang stabil. Warna merah bata paling jelas diamati pada suhu $600\text{--}700^\circ\text{C}$, sedangkan pada suhu lebih rendah masih terlihat warna kecoklatan akibat kemungkinan adanya fase antara seperti goethite atau maghemite.

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa metode ekstraksi-presipitasi efektif digunakan untuk mensintesis $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ dari pasir besi. Variasi pH presipitasi dan suhu kalsinasi terbukti memengaruhi yield, kristalinitas, kemurnian, dan karakter visual produk. Kondisi optimum diperoleh pada pH 7 dan suhu kalsinasi sekitar 600°C , yang menghasilkan $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ dengan kristalinitas tinggi dan kemurnian Fe_2O_3 dominan. Penelitian ini memberikan kontribusi ilmiah dalam pemanfaatan pasir besi sebagai sumber bahan baku lokal bernilai tambah serta membuka peluang pengembangan $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ sebagai kandidat material anoda baterai litium berbasis sumber daya alam Indonesia.