STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH KOMBINASI Ni, Fe, Mg PADA HZSM-5 SERTA DEBIT FEEDSTOCK TERHADAP KINERJA PIROLISIS MINYAK JELANTAH
Adhika Pramudhia Kirana, Robertus Dhimas Dhewangga Putra
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI v
HALAMAN PERSEMBAHAN vii
KATA PENGANTAR viii
DAFTAR ISI xi
DAFTAR GAMBAR xv
DAFTAR TABEL xvi
DAFTAR LAMPIRAN xvii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN xviii
INTISARI xix
ABSTRACT xx
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 6
1.3 Batasan Masalah 6
1.4 Tujuan Penelitian 7
1.5 Manfaat Penelitian 7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 8
2.1 Pengolahan *Waste Cooking Oil* melalui Pirolisis Katalitik 8
2.2 Kinerja HZSM-5 dan Efek Modifikasi Logam Promotor pada Pirolisis 9
2.2.1 Kinerja HZSM-5 pada Pirolisis 9
2.2.2 Kinerja Monometalik Ni, Fe, Mg pada Pirolisis 11
2.2.3 Kinerja Bimetalik Ni-Fe dan Ni-Mg pada Pirolisis 13
2.3 Tinjauan Skema Reaktor Kontinu pada Pirolisis 15
2.4 Pengaruh Debit Aliran *Feedstock* dan Kinetika Waktu Tinggal (*Residence Time)* 17
2.5 Kebaharuan Penelitian 19
BAB III LANDASAN TEORI 21
3.1 Pirolisis 21
3.2 *Waste Cooking Oil* 23

UNIVERSITAS GADJAH MADA
STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH KOMBINASI Ni, Fe, Mg PADA HZSM-5 SERTA DEBIT FEEDSTOCK TERHADAP KINERJA PIROLISIS MINYAK JELANTAH
Adhika Pramudhia Kirana, Robertus Dhimas Dhewangga Putra
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.3 Katalis 24
3.3.1 HZSM-5 25
3.3.2 Ni/HZSM-5 27
3.3.3 Fe/HZSM-5 28
3.3.4 Mg/HZSM-5 30
3.3.5 Ni-Fe/HZSM-5 31
3.3.6 Ni-Mg/HZSM-5 32
3.4 *Bomb Calorimeter* 33
3.5 *Gas Chromatography* (GC) 35
3.6 *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) 37
3.7 Brunauer–Emmett–Teller *(BET) Surface Area Analysis* 39
3.8 Piknometer 41
3.9 Viskometer Ostwald 43
3.10 *Energy Recovery* 46
BAB IV METODE PENELITIAN 48
4.1 Diagram Alir Penelitian 48
4.2 Bahan Penelitian 48
4.2.1 Minyak Jelantah 48
4.2.2 Katalis 49
4.3 Alat Penelitian 50
4.3.1 Alat Pirolisis 50
4.3.2 Timbangan Digital 52
4.3.3 Pipet Tetes 52
4.3.4 Mikropipet 53
4.3.5 Gelas *Beaker* 53
4.3.6 Spatula Laboratorium 54
4.3.7 Piknometer 54
4.3.8 Viskometer Ostwald 55
4.3.9 *Drying* Oven 55
4.3.10 *Muffle Furnace* 56
4.3.11 *Tube Furnace* 57

UNIVERSITAS GADJAH MADA
STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH KOMBINASI Ni, Fe, Mg PADA HZSM-5 SERTA DEBIT FEEDSTOCK TERHADAP KINERJA PIROLISIS MINYAK JELANTAH
Adhika Pramudhia Kirana, Robertus Dhimas Dhewangga Putra
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.3.12 *Gas Chromatography* 57
4.3.13 *Bomb Calorimeter* 58
4.3.14 FTIR *Spectrometer* 58
4.3.15 *BET Surface Area Analyzer* (SAA) 59
4.4 Variabel Penelitian 59
4.4.1 Variabel Bebas 59
4.4.2 Variabel Terikat 59
4.4.3 Variabel Kontrol 60
4.5 Rancangan Penelitian 60
4.6 Prosedur Pengambilan Data 63
4.6.1 Preparasi Sampel dan Alat 63
4.6.2 Prosedur Sintesis Katalis 63
4.7 Proses Pirolisis dan Pengumpulan Produk 68
4.8 Analisis Data 70
4.8.1 Pengukuran Yield Produk 70
4.8.2 Pengukuran Densitas *Bio-Oil* 70
4.8.3 Pengukuran Viskositas *Bio-Oil* dan WCO 70
4.8.4 Analisis Komposisi Gas 71
4.8.5 Pengujian Nilai Kalor 71
4.8.6 Analisis FTIR 73
4.8.7 Analisis BET SAA 74
4.8.8 Perhitungan *Energy Recovery* 74
4.9 Lokasi Penelitian 75
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 76
5.1 Pengaruh Variasi Monometalik dan Bimetalik Ni, Fe, Mg pada HZSM-5 terhadap Distribusi *Yield* Produk Pirolisis 76
5.2 Pengaruh Variasi Monometalik dan Bimetalik (Ni, Fe, Mg) pada HZSM-5 terhadap *Calorific Value,* Densitas, dan Viskositas *Bio-Oil* Hasil Pirolisis 80
5.3 Analisis Komposisi Gas Hasil Pirolisis dengan *Gas Chromatography* 87
5.4 Analisis Gugus Fungsi *Bio-Oil* dengan *FTIR Spectroscopy* 91

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH KOMBINASI Ni, Fe, Mg PADA HZSM-5 SERTA DEBIT FEEDSTOCK TERHADAP KINERJA PIROLISIS MINYAK JELANTAH
Adhika Pramudhia Kirana, Robertus Dhimas Dhewangga Putra
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

5.5 Analisis *Properties* Katalis dengan BET *Surface Area Analyzer* 93
5.6 Analisis *Energy Recovery* 97
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN **101**
6.1 Kesimpulan 101
6.2 Saran 103
DAFTAR PUSTAKA **104**
LAMPIRAN **116**