

TUGAS AKHIR
PENGARUH TEMPERATUR *FAST PYROLYSIS* PADA *HIGH DENSITY*
POLYTHYLENE (HDPE)* DALAM REAKTOR *FLUIDIZED-BED

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Strata S-1 Pada
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
Yogyakarta



Disusun Oleh :

DZULFIKAR IKHSAN QOMARUZAMAN

20190130116

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2024

HALAMAN PERNYATAAN

Penulis yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dzulfikar Ikhsan Qomaruzaman
NIM : 20190130116
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Penulis menyatakan bahwa naskah Skripsi atau Tugas Akhir dengan judul **“PENGARUH TEMPERATUR *FAST PYROLYSIS* PADA *HIGH DENSITY POLYTHYLENE (HDPE)* DALAM REAKTOR *FLUIDIZED-BED*”** berdasarkan hasil penelitian, pemikiran, dan pemaparan asli dari penulis sendiri, sepanjang pengetahuan penulis tidak terdapat karya atau pendapat orang lain yang telah ditulis dan diterbitkan, kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata cara penulisan karya ilmiah yang benar.

Yogyakarta, 5 April 2024
Dzul.

Q

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah S.W.T, atas limpahan rahmat, nikmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini sebagai syarat mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dengan judul “**Pengaruh Temperatur *Fast Pyrolysis* pada *High Densiy Polyethylene* dalam Reaktor *Fluidized Bed***”. Sholawat dan salam tak lupa kita haturkan kepada Nabi Muhammad SAW yang selalu menjadi teladan bagi umatnya.

Tugas akhir ini membahas tentang pengolahan sampah dengan memanfaatkan sampah menjadi nilai yang lebih tinggi dengan mengubah limbah berupa sampah plastik HDPE menjadi bahan bakar berupa *liquid* yang diharapkan dapat membantu mengurangi pencemaran lingkungan dan mengurangi ketergantungan penggunaan bahan bakar fosil.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih memiliki kekurangan, baik dalam hal penulisan maupun penjelasannya. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan pengetahuan dan kemampuan penulis. Penulis memohon maaf atas kesalahan penulisan atau kalimat yang mungkin menyinggung. Penulis sangat terbuka untuk menerima kritik dan saran yang membangun dari semua pihak.

Yogyakarta, 5 April 2024

Penulis

Dzulfikar Ikhsan Qomaruzaman

UCAPAN TERIMAKASIH

Tugas akhir ini merupakan syarat bagi mahasiswa untuk menyelesaikan pendidikannya di Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Oleh karena itu, dengan tercapainya tugas akhir ini, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Berli Paripurna Kamiel, S.T.,M.Eng.Sc.,Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Thoharudin, S.T.,M.T.,Ph.D selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir, terimakasih atas segala arahan, bimbingan, dan kebaikan bapak yang tak terhingga.
3. Bapak Dr. Ir. Muhammad Nadjib, S.T.,M.Eng selaku Dosen Pembimbing Tugas akhir, terima kasih atas segala arahan dan bimbingan dan kebaikan bapak yang tak terhingga.
4. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta terimakasih atas segala ilmu yang telah diberikan dan nasehat serta pengalaman selama menjalani di bangku perkuliahan.
5. Keluarga tercinta Bapak penulis Suhari, Ibu penulis Indah Wulandari, Kakak penulis dan seluruh keluarga besar. Terimakasih atas segala dukungan dan dorongan serta doa yang diberikan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi atau Tugas akhir dengan baik.
6. Sahabat-sahabat penulis semasa kuliah Galih Taufik, Reza Dwi Nurrahman, M. Aidil, Prasdwika Nur, Kevin Aryanto, M. Fuad Dzulqarnain yang selalu saling mengingatkan dan mendukung agar dapat menyelesaikan bangku perkuliahan dengan baik.
7. Teman teman satu kelompok Tugas Akhir penulis yang selalu saling membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
8. Seluruh keluarga besar Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta angkatan 2019 dan seluruh teman-teman seperjuangan yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan dan ketulusan mereka dengan melimpahkan rahmat dan karunia-Nya. Semoga Skripsi atau Tugas Akhir ini dapat memberikan ilmu baru bagi kemajuan ilmu pengetahuan, bermanfaat bagi pembaca, serta dinilai dihadapan Allah SWT.

Wassalamualaikum Wr. Wb

Yogyakarta, 5 April 2024

Penulis

Dzulfikar Ikhsan Qomaruzaman

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMAKASIH	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
INTISARI	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Landasan Teori.....	9
2.2.1 Plastik.....	9
2.2.2 Jenis Pirolisis.....	10
2.2.3 Reaktor pirolisis.....	12
2.2.4 Dekomposisi.....	17
2.2.5 Parameter Uji.....	18
2.2.6 Fluidisasi.....	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1. Bahan.....	22
3.2. Alat.....	22
3.2.1 Reaktor.....	23
3.2.2 <i>Cyclone</i>	24
3.2.3 <i>Hopper</i>	24
3.2.4 <i>Screw Feeder</i>	25
3.2.5 Kondenser.....	25
3.2.6 <i>Wind Box</i>	25
3.2.7 <i>Tabung Reservoir</i>	26
3.2.8 <i>Box Reaktor</i>	26
3.2.9 <i>Control Panel</i>	27
3.2.10 <i>Flowmeter</i>	29
3.2.11 <i>Thermoreader dan thermocouple</i>	30
3.2.12 Motor Listrik.....	31
3.2.13 Mesin Pencacah.....	31
3.2.14 Kompresor.....	32
3.2.15 <i>Digital Scale</i>	32

3.2.16	Pasir Silika.....	33
3.2.17	<i>Digital Clamp Meter</i>	33
3.2.18	Regulator Nitrogen.....	34
3.3.	Metode	34
3.3.1.	Waktu dan Tempat Penelitian.....	34
3.3.2.	Diagram Alir.....	34
3.3.3.	Proses Penelitian	37
3.3.4.	Proses Pengolahan Data	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		42
4.1	Kuantitas hasil produk	42
4.1.1	<i>Yield</i>	42
4.2	Dinamika energi	43
4.2.1	Temperatur	43
4.2.2	Kebutuhan Energi.....	45
4.2.3	Komposisi Gas	46
4.2.4	Nilai Kalor	49
4.3	Unjuk Kerja	50
4.3.1	Energi pirolisis dan energi proses	50
4.3.2	Efisiensi.....	51
BAB V PENUTUP		52
5.1	Kesimpulan.....	52
5.2	Saran	52
DAFTAR PUSTAKA.....		54
LAMPIRAN		58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Logo jenis plastik	10
Gambar 2. 2 <i>Bubbling fluidized bed</i>	13
Gambar 2. 3 <i>Circulating fluidized bed</i>	14
Gambar 2. 4 <i>Ultra rapid pyrolyzer</i>	15
Gambar 2. 5 <i>Ablative pyrolyzer</i>	15
Gambar 2. 6 <i>Rotating cone pyrolyzer</i>	16
Gambar 2. 7 Proses dekomposisi	17
Gambar 3. 1 Biji plastik HDPE (a) sebelum <i>crushing</i> (b) sesudah <i>crushing</i>	22
Gambar 3. 2 <i>Fluidized Bed Reactor System</i>	23
Gambar 3. 3 Reaktor	23
Gambar 3. 4 <i>Cyclone</i>	24
Gambar 3. 5 <i>Hopper</i>	24
Gambar 3. 6 <i>Screw Feeder</i>	25
Gambar 3. 7 Kondensor	25
Gambar 3. 8 <i>Gas Preheater</i>	26
Gambar 3. 9 Tabung <i>Reservoir</i>	26
Gambar 3.10 <i>Box reaktor</i>	27
Gambar 3. 11 <i>Variable frequency drive</i>	27
Gambar 3. 12 <i>Proportional integral derivative</i>	28
Gambar 3. 13 <i>Wired power monitor</i>	29
Gambar 3. 14 <i>Flowmeter</i>	30
Gambar 3. 15 <i>Thermoreader dan thermocouple</i>	30
Gambar 3. 16 Letak <i>thermocouple</i>	31
Gambar 3. 17 Motor listrik	31
Gambar 3. 18 Mesin pencacah	32
Gambar 3. 19 Kompresor	32
Gambar 3. 20 <i>Digital scale</i>	33
Gambar 3. 21 Pasir silika	33
Gambar 3. 22 <i>Digital clamp meter</i>	34
Gambar 3. 23 Regulator nitrogen.....	34
Gambar 3. 24 Diagram alir.....	35
Gambar 4. 1 <i>Yield</i> produk pirolisis.....	42
Gambar 4. 2 Grafik (a) temperatur 400°C, (b) temperatur 450°C, (c) temperatur 500°C, (d) temperatur 550°C, (e)temperatur 600°C.....	44
Gambar 4. 3 Grafik kebutuhan energi	46
Gambar 4. 4 Komposisi gas	48
Gambar 4. 5 Nilai Kalor Produk	50
Gambar 4. 6 Kebutuhan energi	51
Gambar 4. 7 Grafik efisiensi	51

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Rata rata temperatur	44
Tabel 4. 2 Komposisi gas	47

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

ASTM : *American Standard and Testing Material*

CFB : *Circulating Fluidized Bed*

FB : *Fluidized Bed*

FCC : *Fuel Catalytic Cracking*

g : gram

HDPE : *High Density Polythelene*

HHV : *Higher Heating Value*

kg : kilogram

kJ : kiloJoule

kWh : kilowatt-hour

LDPE : *Low Density Polythelene*

MJ/kg : Megajoule/kilogram

NCG : *Non Condensable Gas*

NS : *Nannochloropsis sp*

PET : *Polyethylene Terephthalate*

PVC : *Polyvinyl Chloride*

PP : *Polypropylene*

PS : *Polystyrene*

T : *Thermocouple*

wt : weight

h_p : Energi pirolisis

h_{pr} : Energi proses

% : Presentase

°C : Derajat Celcius

η_{en} : Efisiensi Energi

CH₄ : Metana

CO : *Carbon Monoxide*

CO₂ : *Carbon Dioxide*

H₂ : Hidrogen

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil pengujian GC gas CH ₄ temperatur 400°C.....	58
Lampiran 2 Hasil pengujian GC gas CH ₄ temperatur 500°C.....	58
Lampiran 3 Hasil pengujian GC gas CH ₄ temperatur 600°C.....	59
Lampiran 4 Hasil pengujian GC gas CO temperatur 400°C.....	59
Lampiran 5 Hasil pengujian GC gas CO temperatur 500°C.....	60
Lampiran 6 Hasil pengujian GC gas CO temperatur 600°C.....	60
Lampiran 7 Hasil pengujian GC gas CO ₂ temperatur 400°C.....	61
Lampiran 8 Hasil pengujian GC gas CO ₂ temperatur 500°C.....	61
Lampiran 9 Hasil pengujian GC gas CO ₂ temperatur 600°C.....	62
Lampiran 10 Hasil pengujian nilai kalor wax temperatur 400°C.....	62
Lampiran 11 Hasil pengujian nilai kalor wax temperatur 450°C.....	63
Lampiran 12 Hasil pengujian nilai kalor wax temperatur 500°C.....	63
Lampiran 13 Hasil pengujian nilai kalor wax temperatur 550°C.....	64
Lampiran 14 Hasil pengujian nilai kalor arang temperatur 400°C.....	64
Lampiran 15 Hasil pengujian nilai kalor arang temperatur 450°C.....	65
Lampiran 16 Hasil pengujian nilai kalor arang temperatur 500°C.....	65
Lampiran 17 Hasil pengujian nilai kalor arang temperatur 550°C.....	66
Lampiran 18 Hasil pengujian nilai kalor arang temperatur 600°C.....	66

]