

TUGAS AKHIR

**PENGARUH TEMPERATUR *FAST PYROLISIS* PADA *HIGH DENSITY*
POLYETHYLENE (HDPE) DALAM REAKTOR *CIRCULATING*
*FLUDIZED-BED***

**Ditujukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



UMY

**UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
YOGYAKARTA**

Unggul & Islami

Disusun Oleh:

PRASDWIKA NUR

20190130130

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2024**

PERNYATAAN

Dengan halaman pernyataan ini saya menyatakan skripsi yang saya buat dengan judul "PENGARUH TEMPERATUR *FAST PYROLISIS* PADA *HIGH DENSITY POLYETHYLENE* (HDPE) DALAM REAKTOR *CIRCULATING FLUIZED-BED*" merupakan hasil tugas akhir murni buatan karya saya sendiri tanpa adanya mengambil atau penggandaan dengan mengutip yang tidak sesuai dengan etika-etika yang dijatuhkan pada peraturan dalam pembuatan skripsi. Dengan adanya halaman pernyataan yang saya buat, saya akan menanggung segala resiko apabila didalamnya terdapat pelanggaran pada etika penulisan skripsi yang telah saya buat atau terdapat kurang kenyamanan pada pihak lainnya.

Yogyakarta, 22 Desember 2023



KATA PENGANTAR

Segala puji syukur selalu kita panjatkan ke hadirat Allah Azza Wa Jalla yang telah memberikan rahmat, nikmat dan karunia-Nya sehingga Tugas Akhir dapat menyelesaikan tugas akhir dengan tujuan mendapatkan gelar sarjana dengan judul tugas akhir yaitu pengaruh *temperature fast pyrolysis* pada *high density polyethylene* (HDPE) dalam *reactor circulating fluized-bed* dengan tepat waktu seperti apa yang penulis harapkan. Sholawat dan Salam juga tak lupa juga kita haturkan kepada Nabi Agung Muhammad Sallallahu Alaihi Wasallam yang selalu menjadi teladan bagi umatnya.

Tugas akhir ini menjelaskan tentang pengaruh temperatur *fast pyrolysis* pada *high density polyethylene* (HDPE) dalam reaktor *circulating fluized-bed*. Semoga skripsi ini diharapkan dapat memberikan manfaat berupa inspirasi dan motivasi bagi para pembaca.

Penulis menyadari bahwa pada saat penulisan dan penyusunan tugas akhir ini masih banyak kekurangan, baik dalam teks maupun dalam penjelasan dikarenakan keterbatasan pengetahuan dan kemampuan. Penulis meminta maaf apabila terdapat kesalahan penulisan atau terdapat kalimat yang menyinggung atau kurang nyaman. Penulis mengharapkan kritik juga saran yang membangun dari semua pihak.

Yogyakarta, 22 Desember 2023



Prasdwicka Nur

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. Allah Azza Wa Jalla karena atas segala kehendak-Nya lah penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan diberi kelancaran dan kemudahan dalam pengerjaannya.
2. Kedua orang tua, yaitu bapak tersayang Sentot Puji Hermanto dan ibunda yang penulis cintai yaitu Suprapti yang selalu memberikan penulis dukungan moril dan material serta tidak lupa juga doa yang tidak pernah terlewatkan untuk penulis.
3. Kakak kebanggaan yang selalu menjadi motivasi penulis dalam setiap melakukan kegiatan yaitu Prastama Nur.
4. Segenap keluarga dan sahabat seperjuangan yang selalu memberikan penulis semangat untuk segera menyelesaikan semua tugas dan bahkan membantu skripsi ini.
5. Bapak Ir. Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph. D selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
6. Bapak Thoharudin, S.T, M.T, Ph. D selaku Dosen Pembimbing 1 S1 Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, yang sudah berkenan memberikan ilmu pelajaran dan juga selalu membantu di setiap permasalahan dan kesulitan yang dihadapi penulis saat mengerjakan skripsi ini.
7. Bapak Dr. Muhammad Najib, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing 2 S1 Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, yang

sudah memberikan pengarahan dan bimbingan kepada penulis tambahan solusi disetiap kesulitan yang penulis hadapi.

8. Kepada bapak dan ibu dosen Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah yang sudah memberikan pengalaman dan ilmu pengetahuan sehingga penulis bisa melangkah sejauh ini.
9. Segenap staf dan karyawan Universitas Muhammadiyah yang sudah memberikan fasilitas yang penulis butuhkan.
10. Seluruh teman Angkatan 2019 Teknik Mesin yang sudah menemani dan memberikan semangat sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang ada.
11. Teman KONTRAKAN GHOIB yang sudah membantu dan menemani setiap masalah yang dating selama kuliah di Universitas Muhammadiyah.
12. Prasdwika Nur, diri saya sendiri. Apresiasi sebesar-besarnya karena telah bertanggung jawab untuk menyelesaikan apa yang telah dimulai. Terimakasih karena telah terus berusaha dan tidak menyerah, serta senantiasa menikmati setiap prosesnya yang bisa dibilang tidak mudah. Terimakasih sudah bertahan.

Semoga Allah Azza Wa Jalla senantiasa membalas jasa-jasa mereka yang telah membantu saya dalam setiap proses yang saya lewati. Semoga dengan adanya skripsi ini nantinya dapat berguna untuk kemajuan teknologi di masa yang akan datang.

Yogyakarta, 22 Desember 2023



Prasdwika Nur

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN.....	iii
INTISARI	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
UCAPAN TERIMAKASIH.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Landasan Teori.....	10
2.2.1 Plastik	10
2.2.2 Jenis-Jenis Plastik	10
2.2.3 Pirolisis	12
2.2.4 <i>Fluidized Bed</i>	14
2.2.5 Reaktor Pirolisis.....	15
2.2.6 Proses Dekomposisi.....	20
2.2.7 Parameter Uji	22
2.2.8 Fluidisasi.....	24
BAB III METODE PENELITIAN	27
3.1 Bahan.....	27
3.2 Alat.....	27

3.2.1	Reaktor.....	28
3.2.2	<i>Cyclone</i>	29
3.2.3	<i>Hooper</i>	30
3.2.4	<i>Screw Feeder</i>	30
3.2.5	Kondensor.....	31
3.2.6	<i>Filter Reaktor</i>	32
3.2.7	<i>Universal Joint</i>	32
3.2.8	<i>Wind Box</i>	33
3.2.9	Sambungan dari <i>Cyclone</i> ke Reaktor.....	33
3.2.10	Tabung <i>Reservoir</i>	34
3.2.11	<i>Box</i>	35
3.2.12	Sambungan ke Tabung Kondenser	35
3.2.13	<i>Flowmeter</i>	36
3.2.14	<i>Thermocouple</i>	36
3.2.15	Motor Listrik.....	38
3.2.16	Mesin Pencacah	38
3.2.17	<i>Compressor</i>	39
3.2.18	<i>Digital Scale</i>	40
3.2.19	Pasir <i>Silica</i>	40
3.2.20	<i>Digital Indicating Controler</i>	41
3.2.21	<i>Wired Power Monitor</i>	41
3.2.22	<i>Digital Clamp Meter</i>	42
3.2.23	<i>Nitrogen Regulator</i>	43
3.2.24	<i>Variable Frequency Drive</i>	43
3.3	Metode.....	44
3.3.1	Waktu dan Tempat.....	44
3.3.2	Diagram Alir Penelitian	44
3.3.3	Kalibrasi Alat.....	46
3.3.4	Proses Penelitian.....	47
3.3.5	Proses Pengolahan Data.....	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		52
4.1	Kuantitas atau <i>Yield</i>	52
4.2	Dinamika Energi	53
4.2.1	Temperatur.....	53
4.2.2	Nilai Kalor	56
4.2.3	Penggunaan Energi	57
4.2.4	Kandungan Gas.....	58
4.3	Unjuk Kerja.....	60

4.3.1	Intensitas Energi Pirolisis dan Intensitas Energi Proses	60
4.3.2	Efisiensi	62
<u>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</u>		63
5.1	Kesimpulan	63
5.2	Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA		65
LAMPIRAN		70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Slow pyrolysis</i>	13
Gambar 2.2 <i>Circulating fluidized bed</i>	16
Gambar 2.3 <i>Ultra rapid</i>	17
Gambar 2.4 <i>Ablative</i>	18
Gambar 2.5 <i>Rotating cone</i>	18
Gambar 2.6 <i>Vacuum</i>	19
Gambar 3.1 Biji plastik HDPE.....	27
Gambar 3.2 Instrumen pirolisis <i>circulating fluidized bed</i>	28
Gambar 3.3 Skema instrumen pirolisis	28
Gambar 3.4 Reaktor	29
Gambar 3.5 <i>Cyclone</i>	29
Gambar 3.6 <i>Hopper</i>	30
Gambar 3.7 <i>Screw feeder</i>	31
Gambar 3.8 Kondensor	31
Gambar 3.9 <i>Filter</i> reaktor	32
Gambar 3.10 <i>Universal joint</i>	33
Gambar 3.11 <i>Wind box</i>	33
Gambar 3.12 Sambungan dari <i>cyclone</i> ke reaktor	34
Gambar 3.13 Tabung <i>reservoir</i>	34
Gambar 3.14 <i>Box</i>	35
Gambar 3.15 Sambungan ke tabung kondenser.....	35
Gambar 3.16 <i>Flowmeter</i>	36
Gambar 3.17 <i>Thermoreader</i>	36
Gambar 3.18 <i>Thermocouple</i> tipe K.....	37
Gambar 3.19 <i>Thermocouple</i> tipe K.....	37
Gambar 3.20 Lokasi <i>thermocouple</i>	37

Gambar 3.21 Motor listrik.....	38
Gambar 3.22 Mesin pencacah plastik	39
Gambar 3.23 <i>Compressor</i>	39
Gambar 3.24 <i>Digital scale</i>	40
Gambar 3.25 Pasir <i>silica</i>	40
Gambar 3.26 <i>Digital indicating controller</i>	41
Gambar 3.27 <i>Wired power monitor</i>	42
Gambar 3.28 <i>Digital clamp meter</i>	42
Gambar 3.29 <i>Nitrogen regulator</i>	43
Gambar 3.30 <i>Variable frequency drive</i>	43
Gambar 3.31 <i>Flowchart</i> proses pirolisis	44
Gambar 4.1 Nilai <i>yield</i>	52
Gambar 4.2 Variasi temperatur (a) 400°C, (b) 450°C, (c) 500°C, (d) 550°C, 600°C	54
Gambar 4.3 Produk temperatur (a) 400°C, (b) 450°C, (c) 500°C, (d) 550°C, 600°C	55
Gambar 4.4 Nilai kalor.....	56
Gambar 4.5 Penggunaan daya.....	57
Gambar 4.6 Kandungan gas	60
Gambar 4.7 Intensitas energi pirolisis dan intensitas energi proses	61
Gambar 4.8 Efisiensi.....	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis-jenis plastik	11
Tabel 2.2 Keuntungan dan kerugian berbagai reaktor	20
Tabel 3.1 Spesifikasi <i>cyclone</i>	30
Tabel 3.2 Spesifikasi <i>hopper</i>	30
Tabel 3.3 Spesifikasi kondenser	31
Tabel 4.1 Rata-rata temperatur pada setiap variasi pengujian	54
Tabel 4.2 Kandungan gas	59

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

HDPE	: <i>High Density Polyethelene</i>
CFD	: <i>Circullating Fluidized Bed</i>
MJ	: Megajoule
kg	: kilogram
kJ	: kilojoule
HHV	: <i>Higher Heating Value</i>
kWh	: kilowatt-hour
h_p	: Energi pirolisis
h_{pr}	: Energi proses
%	: Presentase
wt	: <i>Weight</i>
g	: Gram
°C	: Celcius
T	: <i>Thermocouple</i>
CH ₄	: Metana
M ₀	: Massa awal
ρ_g	: Densitas udara (kg/m ³)
ρ_s	: Densitas pasir (kg/m ³)
C _s	: Koefisien drag
d _s	: Diameter pasir (m)
Re _{mf}	: <i>Reynolds</i> fluidisasi minimum
Ar	: <i>Archimedes</i>
μ	: Viskositas gas (kg/m. s)