

TUGAS AKHIR
**PENGARUH TEMPERATUR *FAST PYROLYSIS* PADA
CAMPURAN LIMBAH KAYU DAN HIGH DENSITY
POLYETHYLENE (HDPE) DALAM REAKTOR *CIRCULATING
FLUIDIZED-BED***

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai
Strata-1 Pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas
Muhammadiyah Yogyakarta



UMY

**UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
YOGYAKARTA**

Unggul & Islami

Disusun oleh:

Imam Malik Ibrahim

20190130134

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2024

HALAMAN PERNYATAAN

Saya bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Imam Malik Ibrahim

NIM : 20190130134

Judul Tugas Akhir : Pengaruh Temperatur Fast Pyrolysis pada Campuran Limbah Kayu dan High Density Polyethylene (HDPE) dalam reaktor Circulating Fluidized-bed

Menyatakan jika tugas akhir ini dengan judul "**Pengaruh Temperatur Fast Pyrolysis pada Campuran Limbah Kayu dan Plastik High Density Polyethylene (HDPE) dalam reaktor Circulating Fluidized-bed**". merupakan asli hasil karya saya serta di dalamnya tidak terdapat karya (tulisan) yang pernah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di perguruan tinggi lain. Karya tulis ilmiah ini juga tidak berisi pendapat maupun hasil riset yang telah dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan daftar pustaka.



Imam Malik Ibrahim

20190130134

MOTTO

“if you’re not a good today, don’t worry. There are other ways to be usefull”

(Sasha Novikov / Sova)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji dan syukur ke hadirat Allah SWT, berkat Rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat lancar menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul **“PENGARUH TEMPERATUR FAST PYROLYSIS PADA CAMPURAN LIMBAH KAYU DAN PLASTIK HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE) DALAM”**. Dalam pembuatan bahan bakar dari hasil pengolahan limbah kayu dan plastik dengan jenis plastik HDPE (*high density polyethylene*) dengan proses pirolisis. Dengan proses pirolisis diharapkan dapat membantu mengurangi limbah khususnya sampah plastik yang dapat mencemari lingkungan. Laporan Tugas Akhir ini dibuat guna memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapat saran, dorongan, bimbingan serta keterangan– keterangan dari berbagai pihak yang merupakan pengalaman yang tidak dapat di ukur secara materi, namun dapat memberikan gambaran kepada penulis untuk menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu dengan segala hormat dan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Teristimewa kepada kedua orang tua saya dan keluarga tersayang yang selalu memberikan dukungan baik moril maupun materil serta doa yang tiada hentinya kepada penulis.
2. Bapak Ir. Berli Paripurna kamiel, S.T., M. Eng Sc. Ph.D. sebagai kepala program Studi S1 Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Thoharudin, S.T.,M.T.,Ph.D selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir, terimakasih atas segala arahan, bimbingan, dan kebaikan bapak yang tak terhingga

4. Bapak Dr. Ir. Novi Caroko, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir, terima kasih atas segala arahan dan bimbingan dan kebaikan bapak yang tak terhingga.
5. Seluruh dosen dan staf Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan bantuan dan kemudahan dalam penelitian Tugas Akhir.
6. Teman-teman satu kelompok proyek Tugas Akhir, terima kasih atas kerja sama dan kebersamaannya.
7. Teman-teman saya anak-anak motekar 9 (Dimas, Baihaqi, Rahmat, Shobri, Akbar, Pace, Yaya, Iqbal, Hilal) yang telah ada 24 jam selama penulis mengemban studi di S-1 Teknik Mesin Muhammadiyah Yogyakarta.
8. Teman-teman dan seluruh keluarga Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis.
9. Serta seluruh pihak yang telah membantu baik moril maupun materil yang tidak bisa penulis ucapkan satu persatu.

Dengan penulisan Tugas Akhir ini penulis telah berusaha untuk menyusun ini dengan baik, namun penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan serta kesalahan dalam penulisan dan pengerjaan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat berguna oleh penulis untuk memperbaiki dan menyempurnakan penulis lain yang akan datang.

Yogyakarta, 2024

Penulis



Imam Malik Ibrahim

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	i
MOTTO.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
NOTASI DAN SINGKATAN.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
INTISARI.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	xiii
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Asumsi dan Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	8
2.2.1 Pirolisis.....	8
2.2.2 Plastik.....	9
2.2.3 Biomassa	11
2.2.4 Pirolisis Plastik dan Biomassa	12
2.2.5 Reaktor Pirolisis	12
2.2.6 Fluidisasi	15
2.2.7 Parameter Uji	16
BAB III METODE PENELITIAN	20
3.1 Alat Penelitian	20
3.1.1 Alat Utama Penelitian	20
3.1.2 Alat Pendukung Penelitian.....	30
3.2 Bahan Penelitian.....	32
3.3 Prosedur Penelitian.....	34
3.4 Pengujian Karakteristik Pirolisis.....	37

3.4.1	Pengujian Nilai Kalor.....	37
3.5	Parameter Uji.....	38
BAB IV	PEMBAHASAN.....	42
4.1	Pengaruh Temperatur terhadap Kuantitas pada Proses Pirolisis	42
4.2	Pengaruh Temperatur Terhadap Dinamika Energi.....	43
4.2.1	Nilai Kalor.....	46
4.2.2	Kandungan Gas	48
4.3	Pengaruh Temperatur terhadap Unjuk Kerja pada Proses Proolisiss	49
4.3.1	Penggunaan Energi.....	49
4.3.2	Energi Proses dan Energi Pirolisis	50
4.3.3	Efisiensi.....	51
BAB V	PENUTUP.....	52
5. 1	Kesimpulan.....	52
5. 2	Saran.....	54
REFERENSI.....		55
LAMPIRAN.....		58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Depolimerisasi Plastik	11
Gambar 2.2 Dekomposisi Biomassa	12
Gambar 2.3 Reaktor <i>Bubbling Bed</i> Pirolisis	13
Gambar 2. 4 Reaktor <i>Circulating Fluidized Bed</i> Pirolisis	14
Gambar 2.5 Reaktor <i>Ultra Rapid</i> Pirolisis	14
Gambar 3.1 Skema Alat pirolisis	20
Gambar 3.2 <i>Screw Feeder</i>	21
Gambar 3.3 Reaktor	22
Gambar 3.4 <i>Cyclon</i>	22
Gambar 3.5 Kondenser	23
Gambar 3.6 <i>Oil Chamber</i>	24
Gambar 3.7 <i>Box</i> Reaktor	24
Gambar 3.8 <i>Flowmeter</i>	25
Gambar 3.9 Kompresor	26
Gambar 3.10 Gas <i>Preheater</i>	27
Gambar 3.11 Motor Listrik	27
Gambar 3.12 <i>Variable Frequency Drive</i>	28
Gambar 3.13 <i>Proportional Integral derivative</i>	28
Gambar 3.14 <i>Wired Power Monitor</i>	29
Gambar 3.15 <i>Thermoreader</i> dan <i>Thermocouple</i>	29
Gambar 3.16 Letak <i>Thermocouple</i>	30
Gambar 3.17 <i>Instrumen Gas Chromatography</i>	31
Gambar 3.18 <i>Instrument Boom Calolimeter</i>	31
Gambar 3.19 Mesin Pencacah	32
Gambar 3.20 Biji Plastik HDPE	32
Gambar 3.21 Kayu Pelet	32
Gambar 3.22 Pasir Silika	33
Gambar 3. 23 Diagram Alir	34
Gambar 3.24 Diagram Alir (Lanjutan)	35
Gambar 3. 25 Diagram Alir (Lanjutan)	36
Gambar 4. 1 Grafik <i>Yield</i> Pirolisis	42
Gambar 4. 2 (1) Temperatur 400°C, (2) Temperatur 450 °C, (3) Temperatur 500 °C	45
Gambar 4. 3 Nilai Kalor	47
Gambar 4. 4 Grafik Komposisi Gas	48
Gambar 4. 5 Grafik Penggunaan Energi	49
Gambar 4. 6 Grafik Energi Proses Dan Energi Pirolisis	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pirolisis.....	9
Tabel 2.2 Jenis Plastik.....	10
Tabel 3. 1 Spesifikasi <i>Screw Feeder</i>	21
Tabel 3.2 Spesifikasi Reaktor.....	22
Tabel 3.3 Spesifikasi <i>Cyclone</i>	23
Tabel 3.4 Spesifikasi Kondenser	23
Tabel 3.5 Spesifikasi <i>Oil Chamber</i>	24
Tabel 3.6 <i>Flowmeter</i>	25
Tabel 3.7 Spesifikasi Kompresor	26
Tabel 4. 1 Rata Rata Temperatur	46

NOTASI DAN SINGKATAN

HDPE = *High Density Polyethylene*

MJ/kg = MegaJoule/kilogram

kJ = kiloJoule

HHV = *Higher Heating Value*

kWh = kiloWatt-hour

h_p = Nilai kalor pirolisis

h_{pr} = Nilai kalor proses

% = Presentase

wt = Weight

g = Gram

kg = kilogram

°C = Derajat Celcius

η_{en} = Efisiensi Energi

NCG = *Non-Condensable Gas*

R = *Char*

T = *Thermocouple*

CH₄ = Metana

CO = *Carbon Monoxide*

CO₂ = *Carbon Dioxide*

H₂ = Hidrogen

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Nilai kalor	58
Lampiran 2 <i>Yield</i> Pirolisis	58
Lampiran 3 Energi.....	58
Lampiran 4 Kandungan Gas.....	59
Lampiran 5 Area Gas	59
Lampiran 6 Energi Pirolisis.....	59
Lampiran 7 Energi Proses	59
Lampiran 8 Efisiensi	60
Lampiran 9 Kandungan Gas H ₂ Temperatur 500°C	60
Lampiran 10 Kandungan Gas CO Temperatur 400°C	60
Lampiran 11 Kandungan Gas CO Temperatur 500°C	61
Lampiran 12 Kandungan Gas CO Temperatur 600°C	61
Lampiran 13 Kandungan Gas CO ₂ Temperatur 400°C	62
Lampiran 14 Kandungan Gas CO ₂ Temperatur 500°C.....	62
Lampiran 15 Kandungan Gas CO ₂ Temperatur 600°C.....	63
Lampiran 16 Kandungan Gas CH ₄ Temperatur 400°C	63
Lampiran 17 Kandungan Gas CH ₄ Temperatur 500°C.....	64
Lampiran 18 Kandungan Gas CH ₄ Temperatur 600°C.....	64
Lampiran 19 Alat Pirolisis	65