

## **TUGAS AKHIR**

# **PENGGUNAAN LIMBAH PLASTIK LDPE (*LOW DENSITY POLYETHYLENE*) SEBAGAI SUMBER BAHAN BAKAR**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh  
Gelara Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh:**

**AFDAWI MUSA HASIBUAN**

**2007230119**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2024**

## HALAMAN PENGESAHAN

Laporan penelitian Tugas Akhir ini diajukan oleh:

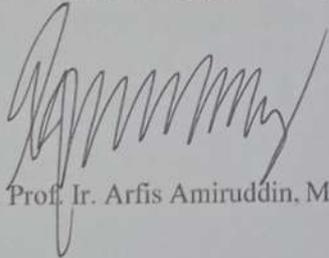
Nama : Afdawi Musa Hasibuan  
NPM : 2007230119  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Tugas Akhir : Penggunaan Limbah Plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) Sebagai Sumber Bahan Bakar.  
Bidang Ilmu : Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 13 September 2024

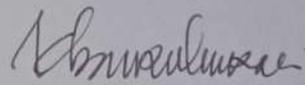
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



Assoc. Prof. Ir. Arfis Amiruddin, M.Si.

Dosen Penguji II



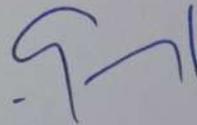
Khairul Umurani, S.T., M.T.

Dosen Penguji III



H. Muharnif M, S.T., M.Sc.

Program Studi Teknik Mesin  
Ketua,



Chandra A Siregar, S.T., M.T.

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama lengkap : Afdawi Musa Hasibuan  
NPM : 2007230119  
Tempat / Tanggal lahir : Medan, 13 Juni 2002  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas akhir saya yang berjudul:

### **“PENGUNAAN LIMBAH PLASTIK LDPE (*LOW DENSITY POLYETHYLENE*) SEBAGAI SUMBER BAHAN BAKAR”**

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain yang pada hakikatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan / keserjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 13 September 2024



Afdawi Musa Hasibuan

## ABSTRAK

Timbunan sampah kota Medan adalah sebesar 730.000 Ton/tahun dengan jumlah penduduk kota Medan 2.524.511 jiwa. Aktifitas manusia sehari harinya tidaklah lepas dari penggunaan plastik. Bahkan, sangatlah sulit memisahkan plastik dari kehidupan manusia. Penggunaan plastik dianggap memberi kemudahan dan kepraktisan. Kuantitas limbah plastik yang terus meningkat seiring dengan peningkatan populasi manusia tidak diimbangi dengan pengelolaan yang tepat. Krisis minyak bumi sangat mempengaruhi perekonomian dunia, termasuk Indonesia. Tidak hanya dapat mengurangi jumlah sampah plastik, plastik juga dapat menghemat persediaan minyak bumi di alam. Maka dari itu pengolahan limbah plastik menjadi solusi yang cukup efektif untuk menjadikan sumber bahan bakar. salah satu jenis plastik yang berakhir di TPA dengan jumlah yang sangat besar adalah plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*). Salah satu bentuk penanggulangan terhadap limbah plastik adalah memanfaatkannya menjadi sumber bahan bakar melalui metode pirolisis. Pirolisis adalah proses degradasi termal tanpa melibatkan oksigen didalam prosesnya. Salah satu faktor yang paling mempengaruhi proses pirolisis adalah temperatur suhu. Temperatur suhu pada reaktor 1 plastik akan dipirolisis menggunakan temperatur 150°C, lalu temperatur tersebut dijaga selama 60 menit dengan batas maksimal temperatur 160°C, proses pirolisis ini dilakukan dua kali pengujian, pada masing-masing pengujian menggunakan plastik sebanyak 3000 gram. Kemudian proses dilanjutkan menggunakan reaktor 2 dengan variasi temperatur suhu yang berbeda. Untuk dipengujian 1 menggunakan variasi temperatur suhu 200°C dan untuk pengujian 2 menggunakan variasi temperatur suhu 250°C. Pengaruh temperatur pada proses di tabung reaktor 1 juga menghasilkan jumlah yang berbeda yang dimana pada pengujian 1 plastik yang terolah sebanyak 284 gram, dan pada pengujian 2 plastik yang terolah sebanyak 338 gram. Pengaruh temperatur bahan bakar yang dihasilkan mendapatkan jumlah minyak yang berbeda, pada pengujian 1 mendapatkan 110 ml dan rendemen yang didapatkan 31% dan pada pengujian 2 mendapatkan 131 ml dan rendemen yang didapatkan 33%.

Kata Kunci: Bahan Bakar Minyak, *Low Density Polyethylene*, Limbah Plastik.

## **ABSTRACT**

*Medan city's waste accumulation is 730,000 tons/year with a population of 2,524,511 people. Human daily activities are inseparable from the use of plastic. In fact, it is very difficult to separate plastic from human life. The use of plastic is considered to provide convenience and practicality. The quantity of plastic waste that continues to increase along with the increase in human population is not balanced with proper management. The oil crisis greatly affects the world economy, including Indonesian. Not only can it reduce the amount of plastic waste, plastic can also save oil supplies in nature. Therefore, plastic waste processing is a fairly effective solution to make a source of fuel. One type of plastic that ends up in landfills in very large quantities is LDPE (Low Density Polyethylene) plastic. One form of overcoming plastic waste is to utilize it as a source of fuel through the pyrolysis method. Pyrolysis is a thermal degradation process without involving oxygen in the process. One of the factors that most influences the pyrolysis process is temperature. The temperature in reactor 1 plastic will be pyrolyzed using a temperature of 150°C, then the temperature is maintained for 60 minutes with a maximum temperature limit of 160°C, this pyrolysis process is carried out twice, in each test using 3000 grams of plastic. Then the process is continued using reactor 2 with different temperature variations. For test 1 using a temperature variation of 200°C and for test 2 using a temperature variation of 250°C. The effect of temperature on the process in reactor tube 1 also produces different amounts where in test 1 the processed plastic is 284 grams, and in test 2 the processed plastic is 338 grams. The effect of the temperature of the fuel produced gets different amounts of oil, in test 1 getting 110 ml and the yield obtained is 31% and in test 2 getting 131 ml and the yield obtained is 33%.*

*Keywords: Fuel Oil, Low Density Polyethylene, Plastic Waste.*

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabartakatur*

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Tidak ada kata yang indah selain puji dan syukur kepada kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira kepada kita semua. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir penelitian ini. Alhamdulillah atas izin-Nya, penulis dapat menyelesaikan dan menyusun tugas akhir penelitian yang berjudul **“Penggunaan Limbah Plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) Sebagai Sumber Bahan Bakar”**.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan beribu ucapan terimakasih kepada banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Chandra A. Siregar. S.T, M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T, M.T selaku sekretaris Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak H. Muharnif M, S.T., M.Sc. selaku pembimbing sekaligus Kepala Bidang Konversi Energi, Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah membimbing saya dari awal hingga akhir sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan benar.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.
6. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Ayahanda Ramlan Hasibuan dan Ibunda Nur Asiah selaku kedua orang tua yang telah mendidik penulis dan memberikan doa terbaiknya yang tiada henti untuk kesuksesan keberhasilan penulis.

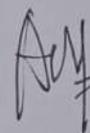
8. Kakak saudari Ridha Eka Anugrah, S.Ak. yang telah memberikan banyak saran dan motivasi kepada penulis untuk terus semangat dalam berproses selama kuliah.
9. Kedua adik yang terkasih, Mutia Sufizah Hasibuan dan Lutfhi Arba'an Hasibuan yang selalu memberikan motivasi terus sampai akhir.
10. Sahabat-sahabat penulis: Virza Rizky Pratama, Fauzan Wahyu Putra, Arya Dwirangga, Mhd Rizky, Reza, Zainul, Serta Kawan-kawan Kelas B1-Pagi Teknik Mesin lainnya
11. Sahabat Tengku Syahrul Amri dan Rendika Gilang Syahputra sahabat seperjuangan masa sekolah hingga sampai seperjuangan berkuliah di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kata sempurna, maka untuk itu saran dan kritik serta masukan yang bersifat pengembangan sangat penulis harapkan. Akhir kata semoga karya ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis dimasa depan. Insyaallah laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

*Wasalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Medan, 13 September 2024

Penulis



Afdawi Musa Hasibuan

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iv</b>
<i>ABSTRACT</i>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>5</b>
2.1 Sampah Plastik	5
2.1.1 Jenis Plastik	5
2.2 Temperatur Lebur Plastik	10
2.3 Temperatur Terhadap Hasil Pirolisis Plastik	10
2.3.1 Heating Rate pada Proses Pirolisis Temperatur 200°C.	11
2.4 Metode Pirolisis	12
2.5 Produk Pirolisis	12
2.6 Bahan Bakar Minyak	13
2.6.1 Bensin	14
2.6.2 Solar	14
2.6.3 Minyak Tanah	14
2.6.4 Premium	15
2.7 Rendemen Pirolisis	16
2.7.1 Perhitungan Nilai Rendemen	16

<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b>	<b>18</b>
3.1 Tempat dan Waktu	18
3.1.1 Tempat Penelitian	18
3.1.2 Waktu Penelitian	18
3.2 Bahan dan Alat	18
3.2.1 Bahan Penelitian	19
3.2.2 Alat Penelitian	20
3.3 Bagan Alir Penelitian	30
3.4 Mekanisme Kerja Mesin Pirolisis	31
3.5 Prosedur Penelitian	32
3.6 Proses Pengambilan data	33
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>34</b>
4.1 Hasil Pirolisis Low Density Polyethylene	34
4.2 Pengaruh Temperatur Pirolisis	34
4.2.1 Tabung Reaktor 1	34
4.3 Temperatur Terhadap Reaktor 2	36
4.3.1 Temperatur 200°C	36
4.3.2 Temperatur 250°C	37
4.4 Pembahasan	39
4.5 Rendemen Terhadap Temperatur Pengujian 1	40
4.6 Rendemen Terhadap Temperatur Pengujian 2	42
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>45</b>
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	45
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>46</b>
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>Lampiran 1. Minyak Yang Dihasilkan</b>	
<b>Lampiran 2. Hasil Pengujian Laboratorium</b>	
<b>Lampiran 3. Lembar Asistensi</b>	
<b>Lampiran 4. SK Pembimbing</b>	
<b>Lampiran 5. Berita Acara Seminar Hasil Penelitian</b>	
<b>Lampiran 6. Daftar Riwayat Hidup</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Temperatur Lebur Plastik	10
Tabel 2.2 Temperatur Terhadap Hasil Pirolisis Plastik	11
Tabel 3.1 Waktu Kegiatan Penelitian	18
Tabel 4.1 Tabung Reaktor 1	35
Tabel 4.2 Hasil Dengan Mengaplikasikan Temperatur 200°C	37
Tabel 4.3 Hasil Dengan Mengaplikasikan Temperatur 250°C	38

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 PET dan Kode	6
Gambar 2.2 HDPE dan Kode	7
Gambar 2.3 PVC dan Kode	7
Gambar 2.4 LDPE dan Kode	8
Gambar 2.5 PP dan Kode	8
Gambar 2.6 PS dan Kode	9
Gambar 2.7 Others dan Kode	9
Gambar 2.8 Grafik Heating Rate Temperatur 200°C	11
Gambar 2.9 Temperatur Didih Minyak (Risdiyanta, ST.,2014)	15
Gambar 2.10 Pengaruh Suhu terhadap Rendemen	16
Gambar 3.1 Plastik LDPE ( <i>Low Density Polyethylene</i> )	19
Gambar 3.2 Gas LPG (Liquefied Petroleum Gas)	19
Gambar 3.3 Es Batu	20
Gambar 3.4 Komponen Alat Pirolisis	20
Gambar 3.5 Mesin Pirolisis Laboratorium UMSU	21
Gambar 3.6 Tabung Reaktor 1	21
Gambar 3.7 Tutup Tabung Reaktor 1	22
Gambar 3.8 <i>Thermometer</i>	22
Gambar 3.9 <i>Union</i>	22
Gambar 3.10 Hose Nipple	23
Gambar 3.11 Kondensor 1	23
Gambar 3.12 Tabung Reaktor 2/ <i>Crude Oil Reaktor</i>	24
Gambar 3.13 Kondensor 2	24
Gambar 3.14 <i>Gasoline Tank</i>	24
Gambar 3.15 <i>Gas Metane Tank</i>	25
Gambar 3.16 Kran Minyak ( <i>Oil Fauce</i> )	25
Gambar 3.17 Wadah Penampung Minyak	26
Gambar 3.18 Kompor	26
Gambar 3.19 Selang Gas Regulator	26
Gambar 3.20 Stopwatch	27
Gambar 3.21 Wadah Penampung	27
Gambar 3.22 Gunting	27
Gambar 3.23 <i>Red Silicon Type 650</i>	28
Gambar 3.24 Penampung Air	28
Gambar 3.25 Selang Air	29
Gambar 3.26 Pompa Air Mini	29
Gambar 3.27 Neraca Digital	29
Gambar 3.28 Bagan Alir Penelitian	30
Gambar 3.29 Mekanisme Kerja Mesin Pirolisis	31
Gambar 4.1 Minyak Hasil Pirolisis LDPE Berbagai Temperatur	34

Gambar 4.2 Temperatur Mencapai 150°C	35
Gambar 4.3 Sisa Plastik Terolah Pada Pengujian 1	35
Gambar 4.4 Sisa Plastik Terolah Pada Pengujian 2	36
Gambar 4.5 Perolehan Waktor Minyak 18 Menit	36
Gambar 4.6 Perolehan Waktor Minyak 20 Menit	37
Gambar 4.7 Grafik Temperatur, Jumlah Minyak dan Densitas	38
Gambar 4.8 Grafik Massa Minyak Terhadap Temperatur	43
Gambar 4.9 Grafik Rendemen Minyak Terhadap Temperatur	44

## DAFTAR NOTASI

$m$	: Massa jenis (g)
$\rho$	: Nilai densitas (g/ml)
$b$	: Massa limbah plastik (g)
$v$	: Volume minyak yang dihasilkan (ml)

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### 1.1 Latar Belakang

Timbunan sampah kota Medan adalah sebesar 730.000 Ton/tahun dengan jumlah penduduk kota Medan 2.524.511 jiwa dengan proporsi sampah terkelola 363 ribu ton/tahun dan sampah tidak terkelola 649 ribu ton/tahun dari jumlah tersebut pengurangan sampah sejumlah 65.863 Ton/tahun dan penanganan sampah 328.500 Ton/tahun, hal ini berarti saat ini prosentase pengurangan sampah sebesar 10.2% dan penanganan sampah baru mencapai 50,9%. Strategi yang tepat dibutuhkan untuk melakukan pengelolaan sampah agar tercapai target di tahun 2025 (Indirawati et al., 2023). Aktifitas manusia sehari-harinya tidaklah lepas dari penggunaan plastik. Bahkan, sangatlah sulit memisahkan plastik dari kehidupan manusia. Penggunaan plastik dianggap memberi kemudahan dan kepraktisan. Baik untuk pemenuhan kebutuhan primer, kebutuhan sekunder, maupun kebutuhan tersier, penggunaan plastik sulit dihindari. Akan tetapi, dibalik kemudahan dan kepraktisan tersebut, plastik memiliki dampak buruk yang penting untuk diperhatikan. Diperkirakan terdapat ratusan miliar hingga triliunan limbah plastik dihasilkan di seluruh dunia setiap tahunnya (Lauhilhulafa, 2019)

Semakin berkembangnya teknologi yang diterapkan pada mesin kendaraan bermotor maupun industri, memungkinkan meningkatnya konsumsi BBM (bahan bakar minyak) yang digunakan manusia setiap harinya. Peningkatan konsumsi bahan bakar minyak ini disebabkan juga karena bertambahnya populasi manusia dan ketergantungan penggunaan BBM (bahan bakar minyak) yang sudah menjadi kebiasaan. Faktor-faktor tersebut akan menyebabkan kelangkaan BBM (bahan bakar minyak) yang semakin menipis (Wisnujati & Yudhanto, 2020)

Krisis minyak bumi sangat mempengaruhi perekonomian dunia, termasuk Indonesia. Tidak hanya dapat mengurangi jumlah sampah plastik, juga dapat menghemat persediaan minyak bumi di alam. Karena pada dasarnya sampah plastik berasal dari minyak bumi. Salah satunya kebutuhan manusia untuk menggunakan bahan bakar minyak semakin meningkat, sedangkan persediaan minyak bumi terbatas (Firdausy et al., 2023). Sampah plastik menjadi bahan bakar minyak merupakan penanganan yang banyak diteliti dan dikembangkan. Dengan cara ini

permasalahan penting dapat diatasi yaitu bahaya menumpuknya sampah plastik dan diperoleh kembali bahan bakar minyak yang merupakan salah satu bahan baku plastik (Firdausy et al., 2023)

Metode Proses Pirolisis merupakan salah satu langkah yang telah dilakukan pemerintah Indonesia adalah dengan meluncurkan Rencana Aksi Nasional (RAN) Pengelolaan Plastik di Laut 2017 – 2025. Salah satu program strategis yang dijalankan adalah mendorong program waste to energy (WTE). Daur ulang plastik menjadi bahan bakar minyak adalah salah satu bentuk implementasi yang baik dalam program WTE ini. Proses daur ulang plastik menjadi bahan bakar alternatif dapat dilakukan melalui metode pirolisis. Pirolisis sampah plastik merupakan proses dekomposisi senyawa organik yang terdapat dalam plastik melalui proses pemanasan dengan temperatur 300°C atau tanpa melibatkan oksigen (Fitirio et al., 2020). Pada penelitian terdahulu bahwa proses pirolisis plastik sangat berpengaruh terhadap temperatur dengan menggunakan temperatur berkisar dari 400°C hingga 500°C (Caglar & Aydinli, 2009). Dan pada penelitian sebelumnya juga terdapat penelitian yang menggunakan temperatur pirolisisnya lebih rendah yaitu menggunakan temperatur 200°C pada pirolisis pertama untuk meleburkan plastik agar menjadi minyak dan dilanjutkan 150°C pada pirolisis kedua untuk mempirolisis minyak dari hasil pirolisis pertama (Dharma & Irawan, 2015).

Plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) merupakan plastik bersifat termoplastik dan dibuat dari minyak bumi. Plastik ini biasa dipakai untuk plastik kemasan, tempat makanan, dan yang paling umum digunakan yaitu sebagai kantong kresek. Sifat mekanis plastik jenis LDPE ini adalah kuat, tembus pandang, fleksibel dan permukaan agak berlemak, daya proteksi terhadap uap air tergolong baik, dapat didaur ulang serta baik untuk barang yang membutuhkan fleksibilitas tetapi tetap kuat. Plastik LDPE diproduksi dengan polimerisasi etilen bertekanan tinggi dan menggunakan oksigen sebagai inisiator (Husein, 2018).

Dari beberapa jenis sampah plastik, sampah plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) lah yang tidak didaur ulang sama sekali, dan sampah plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) ini tidak bernilai ekonomis. Melalui proses pirolisis, dapat diterapkannya dalam pengolahan limbah plastik berjenis LDPE pada reaktor pirolisis, di mana sampah plastik LDPE memiliki nilai kalor sangat tinggi

sebesar 12.318,4 kkal/kg 6 .Untuk mengatasi permasalahan yang ada di buatlah alternatif yaitu rancang bangun reaktor pirolisis yang memanfaatkan limbah plastik menjadi bahan bakar minyak (Fitirio et al., 2020),

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan pengamatan temperatur pirolisis serta rendemen dari limbah plastik LDPE untuk menghasilkan sumber bahan bakar. Sebagai penerapan pemikiran tersebut maka penulis memilih judul **“Penggunaan Limbah Plastik LDPE (Low Density Polyethylene) Sebagai Sumber Bahan Bakar”**.

## 1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan diteliti dalam penelitian ini, antara lain :

- 1) Bagaimana cara penggunaan bahan limbah plastik jenis LDPE (*Low Density Polyethylene*) dengan metode pirolisis?
- 2) Bagaimana pengaruh variasi temperatur pada proses pirolisis terhadap jenis minyak yang dihasilkan sebagai bahan bakar?
- 3) Bagaimana rendemen yang dihasilkan dari proses pirolisis limbah plastik LDPE terhadap kedua temperatur?

## 1.3 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penelitian ini, berfokus pada penggunaan limbah plastik LDPE (Low Density Polyethylene) menjadi sumber bahan bakar, berikut beberapa point penting dari penelitian ini.

- 1). Hanya menggunakan limbah plastik jenis LDPE (Low Density Polyethylene) sebanyak 3 kg untuk pengujian 1 dan 3 kg untuk pengujian 2.
- 2). Temperatur yang digunakan pada tabung reaktor 1 150°C selama 60 menit pada pengujian 1 dan pengujian 2.
- 3). Melanjutkan proses pirolisis kedua menggunakan tabung reaktor 2 dengan mengaplikasikan dua temperatur yang berbeda yaitu 200°C pada pengujian 1 dan 250°C pada pengujian 2.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1). Mengetahui hasil volume minyak dari penggunaan limbah plastik LDPE dengan metode pirolisis.
- 2). Mengetahui pengaruh temperatur pirolisis di reaktor 1 dan variasi di reaktor 2 terhadap jenis minyak yang dihasilkan untuk menjadi bahan bakar.
- 3). Untuk mengetahui rendemen yang dihasilkan dari proses pirolisis limbah plastik jenis LDPE (*Low Density Polyethylene*).

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, diantaranya sebagai berikut :

- 1) Dapat mengetahui hasil dari limbah plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) menjadi sumber bahan bakar.
- 2) Dapat mengetahui pengaruh temperatur pirolisis di reaktor 1 dan variasi temperatur di reaktor 2 dari limbah plastik LDPE untuk menjadi sumber bahan bakar.
- 3) Dapat menemukan rendemen dari proses pirolisis limbah plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) sebagai sumber bahan bakar.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### 2.1 Sampah Plastik

Sampah plastik adalah semua limbah atau material sisa yang terbuat dari polimer sintetis atau plastik. Sampah plastik dapat berupa berbagai jenis produk, termasuk botol, kemasan makanan, kantong belanja, peralatan rumah tangga, dan banyak lagi. Plastik biasanya diproduksi dari bahan-bahan kimia tak terbarukan, seperti minyak bumi, dan sulit terurai secara alami di lingkungan. Ini menyebabkan akumulasi sampah plastik yang serius di darat, laut, dan udara, mengakibatkan masalah lingkungan yang signifikan, termasuk polusi, kerusakan ekosistem, dan ancaman terhadap kehidupan satwa liar dan manusia. Penanganan sampah plastik yang populer selama ini adalah dengan 3R (*Reuse, Reduce, Recycle*) (Iswadi et al., 2017).

- a) Reuse adalah memakai berulang kali barang-barang yang terbuat dari plastik.
- b) Reduce adalah mengurangi pembelian atau penggunaan barang-barang dari plastik, terutama barang-barang yang sekali pakai
- c) Recycle adalah mendaur ulang barang-barang yang terbuat dari plastik.

Masing-masing penanganan sampah tersebut di atas mempunyai kelemahan. Kelemahan dari reuse adalah barang-barang tertentu yang terbuat dari plastik, seperti kantong plastik, kalau dipakai berkali-kali akan tidak layak pakai. Selain itu beberapa jenis plastik tidak baik bagi kesehatan tubuh apabila dipakai berkali-kali. Kelemahan dari reduce adalah harus tersedianya barang pengganti plastik yang lebih murah dan lebih praktis. Sedangkan kelemahan dari recycle adalah bahwa plastik yang sudah didaur ulang akan semakin menurun kualitasnya (Iswadi et al., 2017).

##### 2.1.1 Jenis Plastik

Plastik terdiri beberapa jenis, Menurut Syarief et al (1989), berdasarkan ketahanan plastik terhadap perubahan suhu, maka plastik dibagi dua yaitu :

- a) Thermoplastic

Jenis plastik ini meleleh pada suhu tertentu, melekat mengikuti perubahan suhu, bersifat reversible (dapat kembali ke bentuk semula atau mengeras bila didinginkan). Contoh kategori plastik Thermoplastic adalah *Polyethylene (PE)*,

*Polypropylene (PP), Polyethylene Terephthalate (PET), Polivinilorida (PVC), Polistirena (PS)* (Irvan Okatama, 2016)

b) Thermoset atau thermodursisabel

Jenis plastik ini tidak dapat mengikuti perubahan suhu (tidak reversible) sehingga bila pengerasan telah terjadi maka bahan tidak dapat dilunakan kembali. Pemanasan dengan suhu tinggi tidak akan melunakan jenis plastik ini melainkan akan membentuk arang dan terurai. Karena sifat thermoset yang banyak digunakan sebagai tutup ketel. Contoh kategori Thermoset : *Poly Urethane (PU), Urea Formaldehyde (UF), Melamine Formaldehyde (MF), Epoksi* (Irvan Okatama, 2016).

Untuk mengetahui kategori jenis plastik *Termoplastic* yang digunakan sebagai material dasar sebuah produk pada umumnya ada 7 jenis plastik daur ulang. Jenis plastik dikelompokkan berdasarkan pembagian yang dikeluarkan The Society of Plastic Industry pada tahun 1988. Pembagian dilakukan untuk mempermudah proses daur ulang sampah plastik (Tahdid et al., 2022). Beberapa simbol dan jenis karakteristik sebagai berikut :

1) Polyethylene Terephthalate (PET,PETE).

Jenis plastik ini bersifat transparan, jernih, dan kuat. Biasanya dipergunakan sebagai botol minuman (Air mineral, jus, soft drink, minuman olahraga) tetapi tidak untuk air hangat atau panas. Jenis plastik ini memiliki permeabilitas yang lebih baik terhadap uap air dan oksigen. Contoh dan kode plastik polyethylene terephthalate dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Sumber: Badan Pengawas Obat dan Makanan  
Gambar 2.1. PET dan Kode

2) High Density Polyethylene (HDPE)

HDPE dicirikan sebagai rantai polimer linier panjang dengan derajat kristalinitas yang tinggi serta percabangan yang rendah sehingga membuat HDPE sifat bahan yang lebih keras, kuat, buram dan tahan terhadap suhu tinggi. HDPE sering dipergunakan dalam pembuatan botol susu, botol deterjen, wadah minyak makan, mainan dan lain sebagainya. Contoh plastik serta kode plastik high density polyethylene dapat dilihat pada Gambar 2.2



Sumber: Badan Pengawas Obat dan Makanan  
Gambar 2.2 HDPE

3) Polyvinyl Chloride (PVC)

PVC memiliki sifat keras, kaku, jernih dan mengkilap sehingga sukar ditembus air serta memiliki permeabilitas terhadap gas yang rendah sehingga sesuai untuk dijadikan pembungkus makanan yang banyak mengandung air. PVC merupakan salah satu jenis plastik yang dipergunakan dalam konstruksi bangunan karena harganya yang relatif murah, tahan lama dan mudah dirangkai. Contoh kode plastik Polyvinyl Chloride dapat dilihat Gambar 2.3.



Sumber: Badan Pengawas Obat dan Makanan  
Gambar 2.3 PVC dan Kode

4) Low Density Polyethylene (LDPE)

LDPE biasanya dipakai untuk tempat makanan dan botol-botol yang lembek tempat makanan, plastik kemasan serta botol yang bersifat lunak. Barang kode ini dapat di daur ulang dan baik untuk barang-barang yang memerlukan fleksibilitas tetapi kuat. Barang dengan kode ini bisa di bilang tidak dapat di hancurkan tetapi baik untuk tempat makanan. Contoh kode plastik Low Density Polyethylene dapat dilihat Gambar 2.4



Sumber: Badan Pengawas Obat dan Makanan

Gambar 2.4. LDPE dan Kode

5) Polypropylene (PP)

Plastik PP memiliki daya tahan yang baik terhadap bahan kimia, kuat, dan memiliki titik leleh yang tinggi sehingga cocok untuk produk yang berhubungan dengan makanan dan minuman seperti tempat penyimpanan makanan , botol minuman, tempat obat dan botol minuman untuk bayi. Biasanya didaur ulang menjadi casing baterai, sapu, sikat dan lain lainnya. Contoh kode plastik Polypropylene dapat dilihat Gambar 2.5



Sumber: Badan Pengawas Obat dan Makanan

Gambar 2.5 PP dan Kode

6) Polystyrene (PS)

PS memiliki *softening point* yang rendah yakni 90°C sehingga jenis plastik ini tidak dapat digunakan pada suhu tinggi. Suhu maksimum yang dapat dikenakan pada pemakaian plastik ini adalah 75°C, dan biasanya digunakan untuk minuman es cream dan minuman es botol. Contoh kode plastik Polystyrene dapat dilihat Gambar 2.6



Sumber: Badan Pengawas Obat dan Makanan

Gambar 2.6 PS dan Kode

7) Others

Menurut Badan Pengawas Obat dan Makanan plastik jenis ini digunakan untuk plastik dengan jenis selain nomor 1-6. Plastik dalam kategori ini akan bersifat keras, jernih dan secara termal sangat stabil. Jenis plastik *others* dibagi lagi menjadi beberapa jenis yakni SAN, (*styrene acrylonitrile*), ABS (*acrylonitrile butadiene styrene*), PC (*polycarbonate*), dan nylon. Jenis plastik ini umumnya digunakan sebagai bahan galon air minum, botol susu bayi, peralatan makan bayi. Contoh kode plastik Others dapat dilihat Gambar 2.7



Sumber: Badan Pengawas Obat dan Makanan

Gambae 2.7 Others dan Kode

## 2.2 Temperatur Lebur Plastik

Temperatur transisi merupakan temperatur dimana plastik mengalami perenggangan struktur sehingga terjadi perubahan dari kondisi kaku menjadi lebih fleksibel. Diatas temperatur lebur atau titik leleh, plastik mengalami pembesaran volume sehingga volume bergerak lebih bebas yang ditandai dengan peningkatan kelenturannya. Temperatur lebur adalah temperatur dimana plastik mulai melunak dan berubah menjadi cair. Temperatur dekomposisi adalah batasan dari proses pencairan. Jika suhu dinaikkan diatas temperatur lebur, plastik akan mudah mengalir dan struktur akan mengalami dekomposisi. Dekomposisi terjadi karena energi termal melampaui energi yang mengikat rantai molekul. Secara umum, polimer akan mengalami dekomposisi pada suhu di atas 1,5 kali dari temperatur transisinya (Ali Mokhtar, Moh. Jufri, 2018)

Tabel 2.1 Data Temperatur Transisi dan Temperatur Lebur Plastik (Landi & Arijanto, 2017)

Jenis Bahan	Tm(°C)	Tg(°C)	Temperatur Proses Maks (°C)
PP	168	5	80
HDPE	134	-110	82
LDPE	330	-115	260
PA	260	50	100
PET	250	70	100
ABS	-	110	85
PS	-	90	70
PMMA	-	100	85
PC	-	150	246
PVC	-	90	71

## 2.3 Temperatur Terhadap Hasil Pirolisis Plastik

Temperatur merupakan salah satu faktor penting yang sangat mempengaruhi proses pirolisis pada plastik. Untuk mendapatkan komposisi yang diinginkan dibutuhkan variasi temperatur dengan berbagai jenis plastik. Pada temperatur 600°C, produk utamanya terdiri dari campuran gas bahan bakar seperti CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>, dan hidrokarbon ringan. Pada temperatur 400-600°C, wax dan bahan bakar cair terbentuk. Produk bahan bakar cair biasanya berupa naphtha, gasoline, diesel oil, dan kerosene. (Husein, 2018)

Dengan meningkatnya temperatur pada proses pirolisis, yield dari produk gas dan hidrokarbon ringan (C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub>) meningkat, sedangkan produk dengan nomor

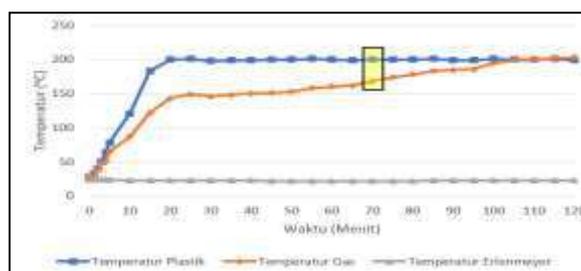
karbon tinggi (C21- C30) menurun. Pada proses thermal cracking, proporsi fraksi bensin dan diesel pada produk cair meningkat seiring naiknya temperatur. Meningkatnya temperatur pirolisis, berarti yield dari produk gas yang tidak terkondensasi juga akan meningkat tetapi yield dari bahan bakar cairnya menurun, seperti diesel. Sehingga semakin tinggi temperatur proses pirolisis akan diikuti dengan meningkatnya yield dari produk cair pada proses pirolisis beriringan dengan naiknya temperatur hanya sampai pada suatu titik tertentu, setelah titik maksimal tersebut yield produk cair tersebut akan turun kembali secara perlahan karena penguraian parsial dari produk pirolisis tersebut (John Wiley & Sons L, 2006)

Tabel 2.2 Sifat-sifat Fisik Dari Berbagai Jenis Plastik (Kathiravan et al., 2018).

Jenis Plastik	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Melting Point (°C)	Tensile Strength (PSI)	Water Absorption (%)
HDPE	0.95	130	4500	0.01
LDPE	0.92	120	1700	0.01
PP	0.94	160	5000	0.01-0.03
PS	1.05	240	6671-8702	0.03-0.1

### 2.3.1 Heating Rate pada Proses Pirolisis Temperatur 200°C.

Pada proses pirolisis dengan temperatur pemanasan 200°C, membutuhkan waktu selama 20 menit agar temperatur plastik mencapai 200°C dan temperatur gasnya sebesar 143°C tetapi minyak masih belum dihasilkan pada menit tersebut. Minyak mulai menetes di tabung Erlenmeyer pada menit ke- 70 dengan temperatur plastik 200°C dan temperatur gasnya sebesar 168°C. Pada proses pirolisis dengan temperatur pemanasan 200°C dapat dilihat bahwa minyak hasil pirolisis tidak langsung keluar pada saat temperatur mencapai 200°C yaitu pada menit ke- 20 dikarenakan plastik masih belum terdekomposisi sepenuhnya menjadi gas pada menit tersebut. Plastik LDPE memiliki titik leleh pada temperatur 110-125°C sehingga dibutuhkan waktu penahanan yang lebih lama (Husein, 2018).



Gambar 2.8 Grafik Heating Rate Temperatur 200°C

## 2.4 Metode Pirolisis

Pirolisis atau devolatilisasi adalah proses fraksinasi material oleh suhu. Pirolisis adalah proses dekomposisi suatu bahan pada suhu tinggi tanpa adanya udara atau dengan udara terbatas. Proses dekomposisi pada pirolisis ini juga sering disebut dengan devolatilisasi. Produk utama dari pirolisis yang dapat dihasilkan adalah arang (char), minyak, dan gas. Arang yang terbentuk dapat digunakan untuk bahan bakar ataupun digunakan sebagai karbon aktif. Sedangkan minyak yang dihasilkan dapat digunakan sebagai zat aditif atau campuran dalam bahan bakar. Sedangkan gas yang terbentuk dapat dibakar secara langsung (Iswadi et al., 2017). Pirolisis adalah proses dekomposisi thermal suatu bahan pada suhu tinggi tanpa adanya udara atau dengan udara terbatas (Supriyanto & Kristiawan, 2017).

## 2.5 Produk Pirolisis

Produk pirolisis umumnya terdiri dari tiga jenis, yaitu gas ( $H_2$ , CO,  $CO_2$ ,  $H_2O$ , dan  $CH_4$ ), minyak (pyrolytic oil), dan tar (arang). Parameter yang berpengaruh pada kecepatan reaksi pirolisis mempunyai hubungan yang sangat kompleks, sehingga model matematis persamaan kecepatan reaksi pirolisis yang diformulasikan oleh setiap peneliti selalu menunjukkan rumusan empiris yang berbeda. Selain itu, plastik merupakan polimer yang berat molekulnya tidak bisa ditentukan, ataupun dihitung. Karena itu, kecepatan reaksi dekomposisi didasarkan pada perubahan massa atau fraksi massa per satuan waktu. Produk pirolisis selain dipengaruhi oleh suhu dan waktu, juga oleh laju pemanasan (Puspitasari, 2018)

Produk cair pirolisis merupakan senyawa hidrokarbon. Jenis penggunaan produk cair pirolisis akan dibandingkan dengan fraksi hidrokarbon pada bahan bakar minyak bumi. Minyak bumi diklasifikasikan sebagai berikut :

### 1) Residu

Ketika minyak bumi masuk ke menara destilasi pertama kali, minyak bumi dipanaskan pada suhu  $500^{\circ}C$ . Residu yang tidak menguap digunakan sebagai bahan baku aspal. Kandungan utama aspal adalah senyawa hidrokarbon jenuh dan tak jenuh, alifatik, dan aromatik yang mempunyai atom karbon sampai 150 per molekul (Puspitasari, 2018)

- 2) Oli  
Oli dihasilkan dari proses destilasi pada suhu 300°C - 500°C. Produk ini digunakan sebagai pelumas kendaraan bermotor (Puspitasari, 2018)
- 3) Solar  
Solar adalah bahan bakar mesin diesel. Solar merupakan hasil dari proses destilasi pada suhu 250°C - 340°C (Puspitasari, 2018)
- 4) Kerosin / Avtur  
Kerosin merupakan bahan bakar kompor minyak yang sering disebut sebagai minyak tanah. Avtur merupakan bahan bakar pesawat terbang. Kerosin dan avtur dihasilkan dari pemanasan minyak bumi pada suhu 170°C - 250°C (Puspitasari, 2018).
- 5) Nafta  
Nafta merupakan bahan baku industri petrokimia. Nafta dihasilkan dari pemanasan minyak bumi pada suhu 70°C - 170°C (Puspitasari, 2018).
- 6) Petroluem Eter dan Bensin  
Petroluem Eter adalah bahan pelarut untuk laundry. Bensin pada umumnya digunakan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor. Petroluem Eter dan Bensin dihasilkan dari pemanasan minyak bumi pada suhu 35°C - 75°C (Puspitasari, 2018)
- 7) Gas  
Hasil olahan minyak bumi adalah gas. Gas merupakan bahan baku LPG. Agar gas dapat disimpan pada tempat yang lebih kecil, gas didinginkan pada suhu antara -160°C sampai dengan 40°C agar berubah wujud menjadi cair (Puspitasari, 2018)

## 2.6 Bahan Bakar Minyak

Bahan bakar cair merupakan gabungan senyawa hidrokarbon yang diperoleh dari alam maupun secara buatan. Bahan bakar cair umumnya berasal dari minyak bumi. Dimasa yang akan datang, kemungkinan Besarnya harga dari API gravity berkisar dari 0- 100, sedangkan specific gravity merupakan harga relatif dari density suatu bahan terhadap air (Wiratmaja, 2010).

Dengan kemudahan penggunaan, ditambah dengan efisiensi thermis yang lebih tinggi, serta penanganan dan pengangkutan yang lebih mudah, menyebabkan

penggunaan minyak bumi sebagai sumber utama penyedia energi semakin meningkat. Secara teknis, bahan bakar cair merupakan sumber energi yang terbaik, mudah ditangani, mudah dalam penyimpanan dan nilai kalor pembakarannya cenderung konstan. Beberapa kelebihan bahan bakar cair dibandingkan dengan bahan bakar padat antara lain :

- a. Kebersihan dari hasil pembakaran
- b. Menggunakan alat bakar yang lebih kompak
- c. Penanganannya lebih mudah

Salah satu kekurangan bahan bakar cair ini adalah harus menggunakan proses pemurnian yang cukup kompleks.

#### 2.6.1 Bensin

Bensin adalah hidrokarbon berantai pendek antara C4- C10 yang biasa digunakan untuk bahan bakar kendaraan bermotor yang berbentuk cairan bening, agak kekuning-kuningan, dan berasal dari pengolahan minyak bumi yang sebagian besar digunakan sebagai bahan bakar di mesin pembakaran dalam. Bensin juga dapat digunakan sebagai pelarut, terutama karena kemampuannya yang dapat melarutkan cat. Sebagian besar bensin tersusun dari hidrokarbon alifatik yang diperkaya dengan iso-oktana atau benzena untuk menaikkan nilai oktan (Kurniawan & Sari, 2015).

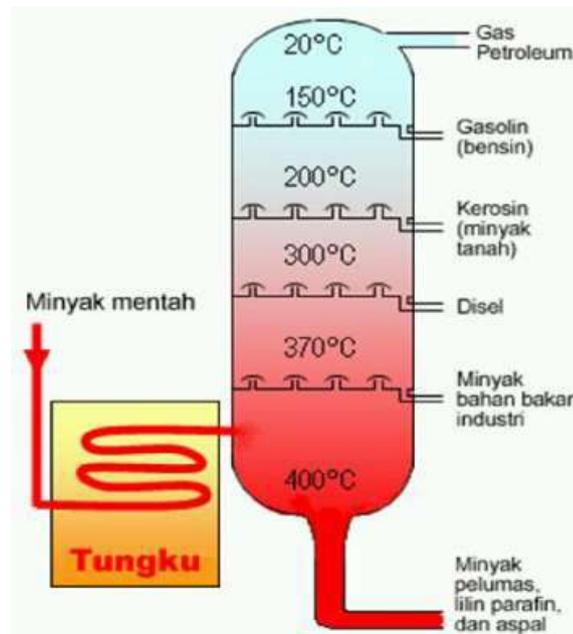
#### 2.6.2 Solar

Solar adalah fraksi dari pemanasan minyak bumi antara 250-340°C yang mempunyai panjang hidrokarbon antara C16-C20. Solar banyak digunakan sebagai bahan bakar kendaraan yang menggunakan mesin diesel. Pada umumnya solar akan banyak mengandung belerang karena dibandingkan dengan bensin solar memiliki titik didih yang lebih tinggi. Kualitas dari solar ditentukan dengan bilangan setana, yaitu tingkat kemudahan minyak solar untuk menyala atau terbakar di dalam mesin diesel (Kurniawan & Sari, 2015).

#### 2.6.3 Minyak Tanah

Minyak tanah atau kerosene adalah cairan hidrokarbon yang tak berwarna dan mudah terbakar yang diperoleh dengan cara distilasi fraksional dari petroleum pada 150°C dan 275°C dan mempunyai rantai karbon dari C11 sampai C15. Biasanya,

minyak tanah di distilasi langsung dari minyak mentah membutuhkan perawatan khusus, dalam sebuah unit Merox atau hidrotreater, untuk mengurangi kadar belerang dan pengaratannya. Minyak tanah dapat juga diproduksi oleh hidrocracker, yang digunakan untuk memperbaiki kualitas bagian dari minyak mentah yang akan bagus untuk bahan bakar minyak (Kurniawan & Sari, 2015).



Gambar 2.9 Temperatur Didih Minyak (Risdiyanta, ST., 2014)

#### 2.6.4 Premium

Premium adalah bahan bakar minyak jenis distilat berwarna kekuningan yang jernih. Premium merupakan BBM untuk kendaraan bermotor yang paling populer di Indonesia. Premium di Indonesia dipasarkan oleh Pertamina dengan harga yang relatif murah karena memperoleh subsidi dari Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara. Premium merupakan BBM dengan oktan atau Research Octane Number (RON) terendah di antara BBM untuk kendaraan bermotor lainnya, yakni hanya 88. Pada umumnya, Premium digunakan untuk bahan bakar kendaraan bermotor bermesin bensin, seperti: mobil, sepeda motor, motor tempel, dan lain-lain. Bahan bakar ini sering juga disebut motor gasoline atau petrol (Kurniawan & Sari, 2015).

## 2.7 Rendemen Pirolisis

Terjadi proses cracking (pirolisis) plastik LDPE yang ditandai dengan keluarnya cairan yang ditampung pada tangki penampung. Cairan yang dihasilkan merupakan hasil dari proses kondensasi dari pemutusan rantai panjang plastik LDPE, sedangkan produk yang tidak terkondensasi akan tetap menjadi gas. Pada saat proses pirolisis berlangsung, dilakukan sampling gas untuk dianalisis komposisi dengan GC-MS. Rendemen produk yang dihasilkan dari pengujian proses pirolisis sampah plastik LDPE dengan variabel laju kenaikan suhu ditunjukkan pada (Liestiono et al., 2017).



Gambar 2.10 Pengaruh Suhu terhadap Rendemen

Berdasarkan Gambar 2.10 dapat dilihat bahwa semakin besar laju pemanasan maka rendemen minyak akan semakin besar, sedangkan rendemen gas dan padatan semakin kecil. Rendemen minyak terbesar yaitu 35,83% dihasilkan dari proses pirolisis dengan laju pemanasan 6°C/menit pada suhu 350°C, dimana pada proses tersebut rendemen gas dan padatan adalah yang terkecil, sebesar 5,83% dan 58,33% (Liestiono et al., 2017).

### 2.7.1 Perhitungan Nilai Rendemen

Rendemen (*yield*) dapat dihitung berdasarkan minyak yang dihasilkan dari proses pirolisis limbah plastik dengan mengetahui massa minyak tersebut. Massa minyak dapat dihitung berdasarkan nilai densitas yang telah diketahui dari hasil

pengujian di laboratorium. Dengan demikian potensi rendemen yang dihasilkan oleh limbah plastik dapat diketahui (Pakpahan, 2019).

Massa minyak dapat dihitung dengan menggunakan perhitungan pada persamaan(2.1) dibawah ini.

$$m = v \times \rho \quad (2.1)$$

Dimana :  $m$  : Massa minyak (g)

$v$  : Volume minyak yang dihasilkan (ml)

$\rho$  : Nilai densitas (g/ml)

Rendemen dapat dihitung dari jumlah produk (gr) yang dihasilkan dibagi dengan jumlah bahan baku (gr), lalu dikali 100% (Senduk et al., 2020).

Nilai rendemen (yield) dapat diketahui jika dihitung dengan menggunakan persamaan 2.2 dibawah ini.

$$\frac{a}{b} \times 100\% \quad (2.2)$$

Dimana:

$a$ : massa minyak (gram)

$b$ : massa limbah plastik (gram)

## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu

#### 3.1.1 Tempat Penelitian

Penelitian mengenai “Pemberdayaan Limbah Plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) Sebagai Sumber Bahan Bakar” ini dilakukan di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara di Jl. Kapten Muchtar Basri No. 3, Glugur Darat 2, Kecamatan Medan Timur, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

#### 3.1.2 Waktu Penelitian

Waktu Penerapan tugas akhir ini direncanakan selama 6 bulan dari disetujuinya penulisan proposal tugas akhir, pengambilan data, pengolahan data, seminar hasil sampai sidang akhir.

Tabel 3.1 Waktu kegiatan penelitian

No	Kegiatan	Waktu (Bulan)					
		1	2	3	4	5	6
1	Studi Literatur	■	■	■			
2	Pengumpulan Data		■	■	■	■	
3	Pengambilan Sample Plastik			■	■	■	■
4	Pengujian dan Pengambilan Data				■	■	■
5	Analisa Data					■	■
6	Penulisan Laporan						■
7	Sidang Sarjana						■

### 3.2 Bahan dan Alat

Proses yang dilakukan untuk mengolah limbah plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) menjadi bahan bakar minyak memerlukan persiapan baik alat maupun bahan untuk perlakuan. Proses pengamatan dapat dilakukan dengan baik jika persiapan juga telah dilakukan dengan baik. Persiapan ini merupakan usaha

dalam meminimalisasi faktor-faktor yang tidak diinginkan dan mungkin bisa saja mempengaruhi hasil pengamatan.

### 3.2.1 Bahan Penelitian

Berikut bahan-bahan yang dibutuhkan untuk dipergunakan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1) Limbah Plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*)

Limbah plastik yang dipilih seperti plastik kresek yang biasa digunakan sebagai kantong-kantong pada pusat perbelanjaan.



Gambar 3.1 Plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*)

2) Gas LPG (*liquefied petroleum gas*)

Gas LPG akan digunakan sebagai sumber bahan bakar utama pada proses pirolisis limbah plastik LDPE, yang dimana untuk memanaskan tabung reaktor 1 dan tabung reaktor 2.



Gambar 3.2 Gas LPG (*liquefied petroleum gas*)

3) Es Batu

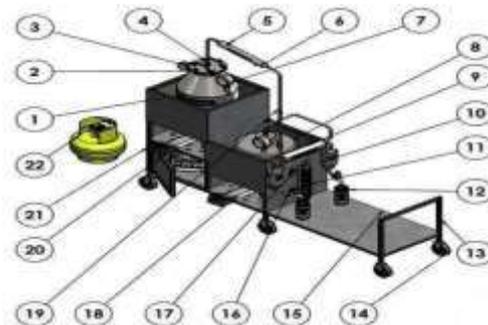
Es batu digunakan sebagai media pendingin air agar air dapat mendinginkan kondensor 1 dan kondensor 2.



Gambar 3.3 Es Batu

3.2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini menggunakan mesin pirolisis dari hasil perancangan alat konversi limbah plastik menjadi bahan bakar yang bersumber dari penelitian terdahulu “Perancangan Alat Penyulingan Limbah Plastik PET (Polyethylene Terephthalate) dan PP (Polipropylene) Menjadi Bahan Bakar Minyak”.



Gambar 3.4 Komponen Alat Pirolisis

Keterangan pada gambar 10 :

- |                         |                     |                         |
|-------------------------|---------------------|-------------------------|
| 1. Tabung Reaktor 1     | 9. Kondensor 2      | 17. M8 Bolt             |
| 2. Tutup Tabung Reaktor | 10. Gasoline Tank   | 18. Stove               |
| 3. Pressure Gauge Tank  | 11. Gas Metane Tank | 19. Pipe                |
| 4. Union                | 12. Wadah Penampung | 20. Door (Pintu)        |
| 5. Hose Nipple          | 13. Frame           | 21. Hinge (Engsel)      |
| 6. Kondensor 1          | 14. Caster Wheel    | 22. Tabung Gas LPG 3 kg |
| 7. Bimetal Thermometer  | 15. Cover Frame     |                         |
| 8. Tabung Reaktor 2     | 16. Oil Faucet      |                         |



Gambar 3.5 Mesin Pirolisis Laboratorium UMSU

#### 1. Reaktor 1

Reaktor sebagai wadah untuk bahan perlakuan penelitian Tabung reaktor 1 digunakan untuk mengurai senyawa kimia pada plastik LDPE dengan proses pemanasan tabung reaktor menggunakan api dari gas LPG (*Liquified Petroleum Gas*). Saat proses pemanasan ini berlangsung tidak ada sedikit pun udara yang masuk ke dalam tabung reaktor karena sudah di desain kedap akan udara. Reaktor ini akan membakar seluruh plastik LDPE (Low Density Poly Ethylene) yang ada di dalam tabung. Seperti gambar 3.6 dibawah ini.



Gambar 3.6 Tabung Reaktor 1

#### 2. Tutup Tabung Reaktor 1

Tutup reaktor ini juga berfungsi untuk menutup tabung reaktor 1 saat proses pemanasan berlangsung pada tabung reaktor 1 agar dapat mengurai senyawa plastik LDPE secara maksimal supaya menjadi minyak. Tutup reaktor ini juga mempunyai peran penting terhadap udara guna untuk menghalangi udara yang masuk ke dalam

tabung reaktor 1, karena tutup reaktor ini sudah rancang khusus menggunakan packing agar kedap udara. Seperti gambar 3.7 dibawah ini.



Gambar 3.7 Tutup Tabung Reaktor 1

### 3. *Thermometer*

*Thermometer* sangat penting saat proses pemanasan berlangsung di dalam tabung reaktor 1, *Thermometer* berguna untuk memonitoring temperatur di dalam tabung reaktor 1 dan tabung reaktor 2 secara real time selama proses berlangsung.



Gambar 3.8 *Thermometer*

### 4. *Union*

*Union* digunakan sebagai alternatif sambungan pada pipa yang memiliki lubang kecil yang bertekanan rendah, dimana union ini juga memudahkan untuk melakukan pembongkaran pipa yang lebih sering seperti yang dibutuhkan saat akan memulai proses pirolisis.



Gambar 3.9 Union

5. Hose Nippel

*Hose nipple* seperti yang terlihat pada gambar 3.10 dibawah ini difungsikan sebagai input dan output air yang masuk serta air yang keluar sebagai keperluan kondensor untuk mengembunkan uap.



Gambar 3.10 Hose Nipple

6. Kondensor 1

Kondensor 1 ini digunakan juga untuk mengembunkan uap panas yang berasal dari tabung reaktor 1 pada saat tabung reaktor 1 dipanaskan maka plastik yang berada dalam tabung reaktor 1 akan melebur dan menghasilkan uap panas lalu uap tersebut dialirkan ke kondensor 1 untuk berubah menjadi bentuk cair yaitu minyak mentah (*crude oil*).



Gambar 3.11 Kondensor 1

7. Tabung reaktor 2 / *Crude Oil Reaktor*

Tabung reaktor 2 ini hampir sama dengan tabung reaktor 1, yang akan dipanaskan menggunakan api dari dari gas LPG (*Liquified Petroleum Gas*) untuk mendapatkan minyak hasil pirolisis sesuai dengan titik didih dari beberapa jenis minyak.



Gambar 3.12 Tabung Reaktor 2

#### 8. Kondensor 2

Kondensor 2 ini juga memiliki fungsi yang hampir sama seperti kondensor 1 namun hanya saja bentuk nya yang berbeda dan kondesor 2 ini akan mengkondensasi uap dari proses permurnian minyak pdada reaktor 2



Gambar 3.13 Kondensor 2

#### 9. *Oil Tank*

*Oil Tank* ini berperan sebagai tanki, guna untuk menampung seluruh minyak (*oil*) yang telah dihasilkan dari proses pirolisis di tabung reaktor 2. Minyak (*oil*) yang sudah terbentuk akan masuk menuju tangki gasoline setelah melewati kondensor 2.



Gambar 3.14 *Gasoline Tank*

#### 10. *Gas Metane Tank*

*Gas metane tank* sebagai alat penyaring gas beracun yang dihasilkan oleh pembakaran limbah plastik, sehingga dapat meminimalisir polusi udara yang ditimbulkan dari pembakaran limbah plastik di dalam tabung reaktor, sehingga gas metane yang keluar dari hasil pembakaran ini dapat di saring ke dalam tabung ini. Nantinya gas yang tidak terkondensasi di kondensor 2 akan langsung dialirkan oleh pipa menuju *gas metane tank* untuk melalui filtrasi di dalam *gas metane tank* sehingga akan menghasilkan gas metane yang dapat digunakan kembali atau di bakar guna mengurangi dampak pencemaran lingkungan.



Gambar 3.15 *Gas Metane*

#### 11. *Keran Minyak (Oil Fauce)*

Kran minyak (*Oil Fauce*) ini berfungsi sebagai valve yang terdapat pada gasoline tank, kran minyak ini akan di buka setelah mencapai titik didih minyak yang di dapatkan



Gambar 3.16 *Kran Minyak (Oil Fauce)*

12. Wadah Penampung Minyak

Wadah penampung ini digunakan untuk menampung minyak yang keluar pada *oil tank*. Dari proses pirolisis plastik.



Gambar 3.17 Wadah Penampung Minyak

13. Kompor

Sebagai alat untuk memanaskan tabung reaktor 1 dan tabung reaktor 2 dan bahan perlakuan.



Gambar 3.18 Kompor

14. Selang Gas Regulator

Selang gas ini akan disambungkan ke kompor dan ke regulator gas, nantinya gas akan melalui selang tersebut menuju ke titik api kompor.



Gambar 3.19 Selang Gas Regulator

15. Stopwatch

Stopwatch ini berfungsi sebagai penghitung waktu selama 60 menit untuk temperatur pada reaktor 1. Stopwatch ini juga digunakan untuk mengamati waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pemurnian minyak direaktor 2 hingga minyak berhenti mengalir keluar dari kran minyak.



Gambar 3.20 Stopwatch

16. Wadah Penampung

Sebagai wadah penampung destilat yang diperoleh dari proses pirolisis Seperti gambar 3.21 dibawah ini



Gambar 3.21 Wadah Penampung

17. Gunting

Sebagai alat pemotong limbah plastik jenis LDPE (*Low Density Polyethylene*). Seperti gambar 3.22 dibawah ini.



Gambar 3.22 Gunting

18. *Red Silicon Type 650*

*Red Silicon Type 650* difungsikan sebagai penutup celah-celah yang terdapat pada tutup reaktro 1. *Red Silicon Type 650* ini dipilih karena memiliki daya rekat yang kuat, tidak gampang bocor dan tahan terhadap panas hingga suhu 650°C.



Gambar 3.23 *Red Silicon Type 650*

19. Penampung Air

Penampung air merupakan wadah yang berfungsi sebagai yang dimana nantinya air yang dalam wadah ini akan disedot menggunakan pompa air kemudian disalurkan ke input kondensor lalu keluar dari output kondensor dengan menggunakan selang air



Gambar 3.24 Penampung Air

20. Selang Air

Selang air pada umum nya digunakan sebagai penyaluran air yang fleksibel dan mudah di pindahkan sesuai kemauan, hal ini yang membuat penelitian ini menggunakan selang air. Selang air ini akan berfungsi sebagai penyalur air ke dalam kondensor melalui input dan output kondensor.



Gambar 3.25 Selang Air

#### 21. Pompa Air Mini

Pompa air mini adalah alat yang berfungsi untuk memompa air yang bertekanan rendah. Pada proses pirolisis pompa ini digunakan untuk memompakan air ke kondensore selama proses pirolisis berlangsung.



Gambar 3.26 Pompa Air Mini

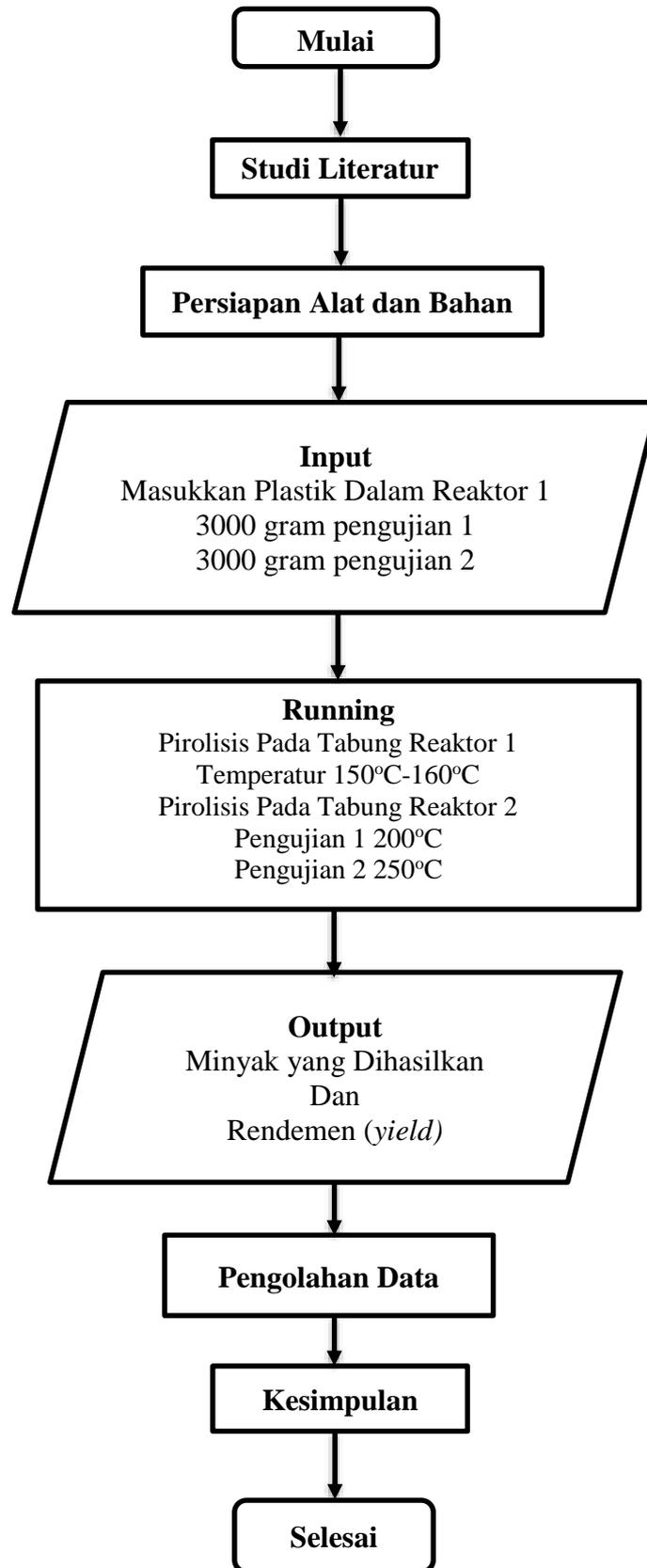
#### 22. Neraca Digital

Neraca digital merupakan alat timbangan yang sering digunakan dalam segala kebutuhan termasuk kebutuhan dalam bidang laboratorium. Neraca digital ini berfungsi untuk menimbang berat dari plastik yang akan digunakan membuat minyak, dan juga digunakan untuk menimbang sisa plastik dari proses pirolisis.



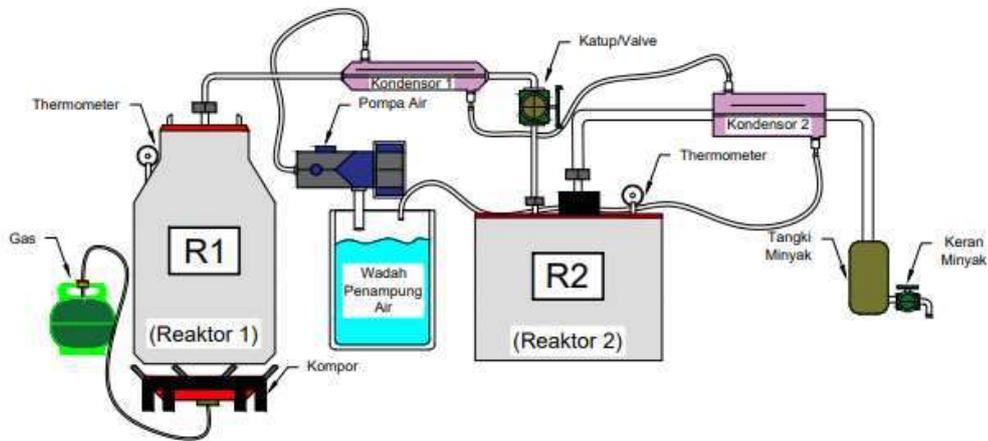
Gambar 3.27 Neraca Digital

### 3.3 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.28 Bagan Alir Penelitian

### 3.4 Mekanisme Kerja Mesin Pirolisis



Gambar 3.29 Mekanisme Kerja Mesin Pirolisis

Mekanisme kerja mesin pirolisis seperti yang terlihat pada gambar 3.29 di atas dapat dijelaskan bahwasannya reaktor 1 akan di panaskan menggunakan api yang bersumber dari gas LPG melalui kompor. Reaktor 1 ini akan mempirolisis plastik hingga plastik dapat melebur lalu plastik akan menguap. Uap akan naik menuju ke kondensore 1 untuk di kondensasi, uap yang sudah terkondensasi pada kondensor 1 akan menjadi fase cair, lalu cairan tersebut akan langsung menuju ke dalam reaktor 2.

Setelah proses pirolisis di anggap telah selesai maka kompor yang tadinya berada di baawah reaktor 1 harus di pindahkan terlebih dahulu ke bawah reaktor 2. Reaktor 2 akan di panaskan seperti reaktor 1, namun reaktor 2 ini memiliki fungsi yang berbeda dari reaktor 1. Reaktor 2 akan memurnikan hasil dari proses pirolisis di reaktor 1, reaktor 2 dipanaskan hingga mencapai temperatur titik didik minyak yang di inginkan. Saat temperatur sudah mencapai titik didik minyak maka akan menguap, lalu uap tersebut akan menuju ke kondensor 2 untuk di kondensasi. Setelah terkondensasi minyak akan menuju ke tanki minyak (*oil tank*). Lalu kran minyak (*oil fauce*) yang terdapat pada tangki minyak dapat dibuka untuk menampung minyak yang keluar.

### 3.5 Prosedur Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan prosedur penelitian dalam mesin pirolisis sebagai berikut:

- 1). Pengumpulan limbah plastik jenis LDPE (*Low Density Polyethylen*) yaitu plastik bening seperti kantong-kantong plastik dengan kode daur ulang 4 sebanyak 6 kg.
- 2). Limbah plastik tersebut kemudian di cuci sampai bersih menggunakan sabun guna untuk menghilangkan segala kotoran yang menempel pada limbah plastik.
- 3). Setelah dicuci menggunakan sabun lanjut ke proses pengeringan dengan cara menjemur di bawah sinar matahari selama 3 sampai 4 hari, agar kandungan air pada limbah plastik benar benar kering.
- 4). Kemudian setelah kering, limbah plastik LDPE (*Low Density Polyethylen*) dipotong-potong atau di cacah kecil-kecil
- 5). Setelah itu limbah plastik siap di masukan ke dalam reaktor 1 sebanyak 3000 gram untuk pengujian 1 dan pengujian 2, kemudian tutup tabung reaktor 1 dengan rapat.
- 6). Sambungkan kondensor 1 pada tutup reaktor menggunakan *union* dan pastikan *valve* dalam keadaan tertutup
- 7). Masukkan air ke dalam wadah penampung air dan tambahkan es batu
- 8). Menyambungkan pompa air menggunakan selang ke input dan output kondensor.
- 9). Hubungkan selang gas pada burner kompor dan regulator gas, lalu pasang regulator gas ke tabung gas LPG
- 10). Letakkan burner kompor di sisi bawah tabung reaktor 1, lalu hidupkan pompa air dan nyalakan api.
- 11). Atur temperatur hingga mencapai 150°C menggunakan regulator / knob burner kompor, jika temperatur telah mencapai 150°C buka *valve* pada kondensor 1. Pantau temperatur melalui *thermometer* dan jaga temperatur tersebut selama 60 menit dengan batas maximal temperatur 160°C.
- 12). Setelah 60 menit berjalan matikan api dan pindahkan kompor ke sisi bawah tabung reaktor 2, lalu nyalakan kembali api dan mulai stopwatch.

- 13). Atur temperatur hingga mencapai 200°C pada pengujian pertama dan 250°C pada pengujian kedua, pantau temperatur pada *thermometer* jika temperatur nya naik maka api dapat dikesilkan/dimatikan sesaat.
- 14). Perhatikan temperatur pada *thermometer* yang berada di tabung reaktor 2, jika temperatur nya sudah mencapai 100°C maka kran minyak dapat dibuka untuk membuang air lalu tutup kembali setelah air telah habis.
- 15). Buka *oil fauce* setelah temperatur nya menyentuh angka 200°C pada pengujian 1 dan 250°C pengujian 2 dan tampung minyak yang keluar.
- 16). Stop waktu saat minyak sudah berhenti mengalir dan catat waktu tersebut, yang dimana pada pengujian 1, waktu tersebut 18 menit mendapatkan minyak 110 ml dan pengujian 2, waktu tersebut 20 menit mendapatkan minyak 131 ml.
- 17). Setelah tabung reaktor 1 dingin, buka tutup tabung reaktor 1 dan ambil sisa plastik yang terolah, lalu timbang beratnya.
- 18). Lakukan pengujian 2 dimulai dari point 4 sampai dengan point 15, tetapi pada point 11 gunakan temperatur 250°C.
- 19). Selesai.

### 3.6 Proses Pengambilan data

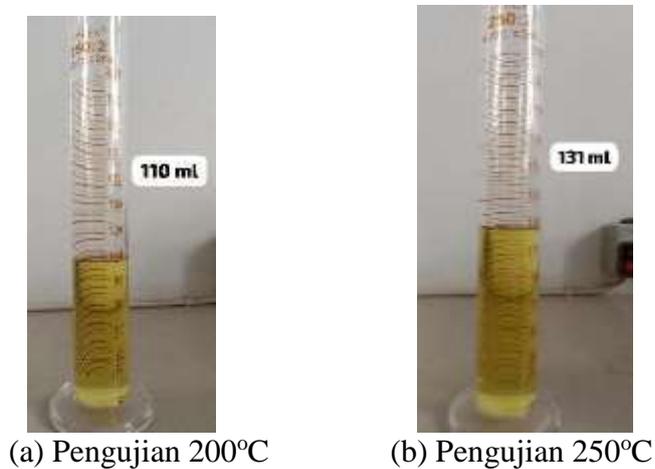
Proses pengambilan data untuk mengetahui rendemen, sebagai berikut:

- 1) Setelah melakukan penelitian dari pengujian 1 dan pengujian 2 pada pirolisis.
  - 1). Ukur volume minyak dari hasil pengujian 1 dan pengujian 2 dengan menggunakan gelas ukur, agar mengetahui berapa hasil minyak yang di dapatkan.
  - 2). Mengambil sisa plastik dari pembakaran di tabung reaktor 1 untuk di timbang, yang dimana sisa tersebut untuk mengetahui berapa plastik yang terolah pada pembakaran, pengambilan sisa pembakaran tersebut dilakukan pada pengujian 1 dan pengujian 2.
  - 4). Setelah mengetahui sisa plastik pembakaran dan plastik yang terolah, sehingga dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai rendemen dari kedua pengujian tersebut.

## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Pirolisis Low Density Polyethylene

Suhu merupakan faktor pengamatan yang digunakan dalam proses pirolisis pada penelitian ini. Variasi suhu yang digunakan untuk di reaktor 2 adalah di pengujian pertama memakai 200°C dan di pengujian kedua memakai 250°C dengan dimana masing-masing memakai temperatur 150°C di reaktor 1. Minyak yang dihasilkan pada proses pirolisis dengan suhu 200°C mendapatkan 110 ml dan suhu 250°C mendapatkan 131 ml dapat dilihat pada Gambar 4.1 dibawah ini:



Gambar 4.1 Minyak Hasil Pirolisis LDPE Berbagai Temperatur

### 4.2 Pengaruh Temperatur Pirolisis

#### 4.2.1 Tabung Reaktor 1

Pada penelitian ini, digunakan 6000 gram sampah plastik LDPE (Low Density Polyethylene), dengan pengujian yang dilakukan dalam dua tahap. Pada reaktor 1, temperatur yang digunakan adalah 150°C dan batas maksimumnya 160°C. Pada pengujian 1 dilakukan pembakaran plastik dengan massa tahan temperatur selama 60 menit. Sedangkan pada pengujian kedua, temperatur tetap 150°C dengan batas maksimum 160°C dengan massa tahan temperatur selama 60 menit. pada Gambar Temperatur 4.2 di bawah ini.



Gambar 4.2 Temperatur Mencapai 150°C

Tabel 4.1 Plastik, Temperatur, dan Waktu Yang Digunakan Pada Proses Pirolisis Dalam Tabung Reaktor 1

Pengujian	Plastik (gr)	Temperatur Reaktor 1 (°C)	Massa Tahan Temperatur (menit)	Plastik Terolah (g)	Sisa Plastik (g)
1	3000	150-160	60	284	2716
2	3000	150-160	60	338	2662

Hasil dari proses ini pada tabel 4.1 di atas, pengujian yang dilakukan pada tabung reaktor 1 menggunakan plastik jenis LDPE (*Low Density Polyethylene*). Pada masing-masing pengujian 1 dan 2 plastik yang dimasukkan kedalam reaktor 1 sebanyak 3000 gram. Pada pengujian 1 plastik yang terolah selama proses hanya berselisih 54 gram dari hasil pengujian 2.



Gambar 4.3 Sisa Plastik Terolah Pada Pengujian 1

Pada pengujian 1 dapat dilihat pada gambar 4.3, proses pirolisis yang telah dilakukan menggunakan tabung reaktor 1 terdapat sisa plastik sebanyak 2716 gram. Sedangkan pada pengujian 2 dapat dilihat gambar 4.4 terdapat sisa plastik sebanyak 2662 gram.



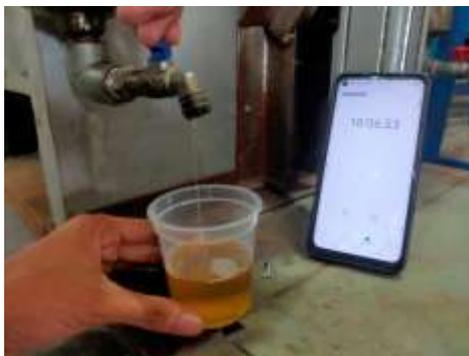
Gambar 4.4 Sisa Plastik Terolah Pada Pengujian 2

#### 4.3 Temperatur Terhadap Reaktor 2

Temperatur terhadap reaktor 2 mempengaruhi nilai densitas dan volume minyak yang dihasilkan pada proses pirolisis plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*, digunakan untuk menghitung rendemen minyak pada masing masing perlakuan suhu. Penentuan besarnya rendemen dapat dilakukan menggunakan **Persamaan 2.1 dan Persamaan 2.2** yang di bahas sebelumnya.

##### 4.3.1 Temperatur 200°C

Pada direaktor 2, pengujian pertama di temperatur 200°C ketika sudah mencapai titik lebur yang di inginkan Hasil dari proses mengaplikasikan temperatur 200°C pada tabung reaktor 2 yang telah dilakukan pada penelitian mendapatkan minyak sebanyak 110 ml dengan waktu perolehan minyak selama 18 menit dapat dilihat pada Gambar 4.5 berikut.



Gambar 4.5 Perolehan Waktu Minyak 18 menit.

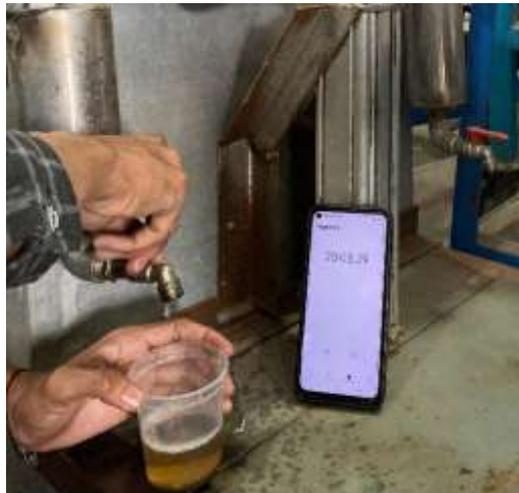
Dengan pengujian 1 menggunakan temperatur 200°C dan mendapatkan minyak 110 ml, yang dimana mendapatkan nilai densitas sebesar 803 kg/m<sup>3</sup> mendapatkan yang dimana minyak tersebut mengacu kepada minyak tanah. dapat di lihat pada tabel 4.2 dibawah ini.

Tabel 4.2. Hasil Dengan Mengaplikasikan Temperatur 200°C

Variasi Temperatur (°C)	Volume Minyak (ml)	Waktu Perolehan Minyak (menit)	Densitas (kg/m <sup>3</sup> )
200	110	18	803
250	131	20	853

#### 4.3.2 Temperatur 250°C

Hasil dari proses mengaplikasikan temperatur 250°C pada tabung reaktor 2 yang telah dilakukan pada penelitian mendapatkan minyak sebanyak 131 ml dengan waktu perolehan minyak selama 20 menit dapat dilihat pada Gambar 4.6 berikut.



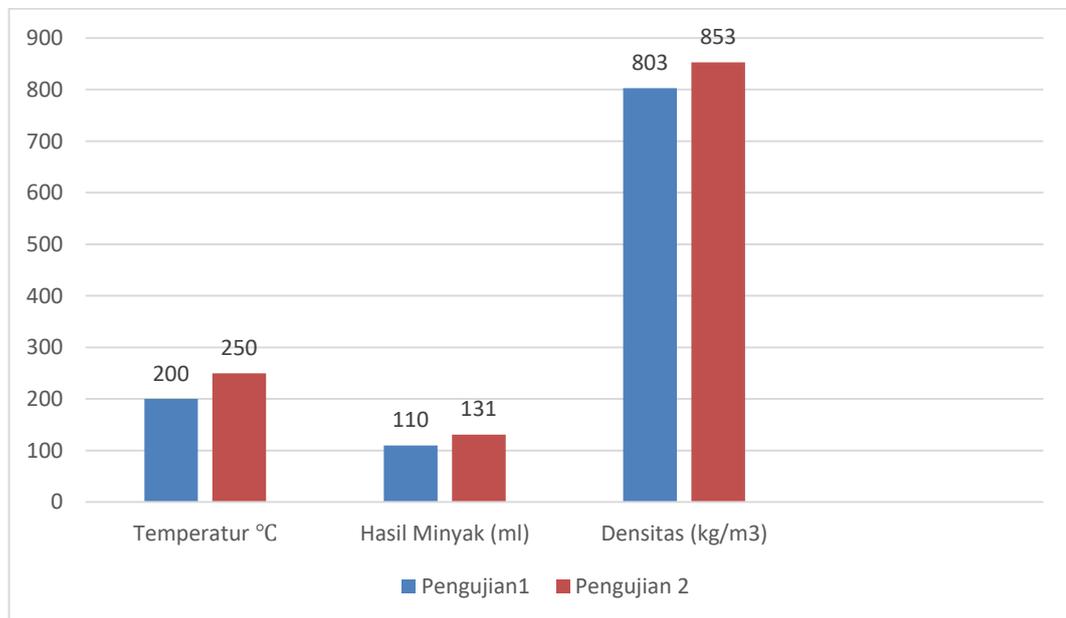
Gambar 4.6 Perolehan Waktu Minyak 20 menit.

Dengan pengujian 2 menggunakan temperatur 250°C dan mendapatkan minyak 131 ml, yang dimana mendapatkan nilai densitas sebesar 853 kg/m<sup>3</sup> mendapatkan yang dimana minyak tersebut mengacu kepada minyak solar. dapat di lihat pada tabel 4.3 dibawah ini.

Tabel 4.3 Hasil Dengan Mengaplikasikan Temperatur 250°C

Variasi Temperatur (°C)	Volume Minyak (ml)	Waktu Perolehan Minyak (menit)	Densitas (kg/m <sup>3</sup> )
250	131	20	853

Berdasarkan penelitian diatas telah dilakukan 2 kali pengujian pada tabung reaktor 2. Percobaan pertama menggunakan temperatur 200°C yang mengacu pada rentang temperatur minyak tanah menghasilkan minyak sebanyak 110 ml dan mendapatkan nilai densitas sebesar 803 kg/m<sup>3</sup>, dengan perolehan waktu minyak keluar selama 18 menit. Sedangkan pada percobaan kedua menggunakan temperatur 250°C yang mengacu pada rentang temperatur minyak solar menghasilkan minyak sebanyak 131 ml dan mendapatkan nilai densitas sebesar 853 kg/m<sup>3</sup>, dengan perolehan waktu minyak keluar selama 20 menit. Berikut Gambar 4.7 Grafik Temperatur, Jumlah Minyak dan Densitas.



Gambar 4.7 Grafik Temperatur, Jumlah Minyak dan Densitas

#### 4.4 Pembahasan

Penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan sumber bahan bakar yang merupakan dari bahan limbah plastik LDPE (Low Density Polyethylene) dengan menggunakan metode pirolisis. Pada pengujian 1 dan pengujian 2, plastik di proses menggunakan tabung reaktor 1. Proses pirolisis di tabung reaktor 1 bertujuan untuk meleburkan plastik hingga plastik dapat menguap, maka dari itu temperatur yang digunakan pada reaktor 1 pada penelitian ini menggunakan titik lebur plastik jenis LDPE (*Low Density Polyethylene*) yaitu 150°C, lalu temperatur tersebut dijaga selama 60 menit, dengan batas maksimal 160°C, temperatur tersebut diterapkan pada masing-masing pengujian 1 dan 2.

Adapun plastik yang digunakan pada pengujian 1 sebanyak 3000 gram dan sama seperti pengujian 2. Pada pengujian 1 plastik yang dapat terolah sebanyak 284 gram, dan pada pengujian 2 plastik yang dapat terolah sebanyak 338 gram. Perbedaan plastik yang terolah hanya berselisih 54 gram, hal ini dikarenakan saat menjaga temperatur selama 60 menit di reaktor 1, pada pengujian ke 2 sering kali temperatur nya mencapai batas maksimal yaitu 160°C saat proses pirolisis berlangsung.

Saat Temperatur mencapai 150°C plastik tersebut akan terurai dan terpecah menjadi senyawa-senyawa yang lebih kecil, plastik tersebut juga akan mencair dan menguap dikarenakan temperatur nya telah melewati titik lebur plastik jenis LDPE, lihat pada tabel 2.2. Uap tersebut akan mengembun menjadi fase cair dikarenakan adanya proses kondensasi dalam kondensor 1. Proses kondensasi terjadi ketika uap telah melewati pipa spiral dalam kondensor 1, uap akan kehilangan energi sehingga molekul-molekul yang terkandung pada uap tersebut akan berkumpul dan membentuk cairan lalu menuju ke dalam tabung reaktor 2.

Cairan tersebut masih mengandung beberapa senyawa dari hidrokarbon, air dan kontaminan lainnya, maka dari itu diperlukan proses pemurnian lagi menggunakan tabung reaktor 2 dengan mengaplikasikan variasi temperatur yang berbeda yaitu 200°C pada pengujian 1, dan 250°C pada pengujian 2. Hal ini bertujuan agar minyak yang terkandung pada cairan tersebut dapat mencapai titik

didih jenis minyak tanah dan minyak solar. Berdasarkan pengujian 1 dan pengujian 2 yang telah dilakukan, maka hasil yang didapatkan berupa sisa plastik yang terolah, plastik yang terolah dan jumlah minyak. Adapun nilai densitas yang diketahui, nilai densitas tersebut diperoleh dari pengujian minyak yang dihasilkan pada penelitian ini.

Pada pengujian 1 menggunakan temperatur 200°C memperoleh nilai densitas sebanyak 803 kg/m<sup>3</sup> dapat dilihat pada tabel 4.2, Nilai densitas ini menunjukkan bahwa nilai tersebut mendekati densitas minyak tanah berdasarkan referensi (Migas, 2020).

Pada pengujian 2 menggunakan temperatur 250°C memperoleh nilai densitas sebanyak 853 kg/m<sup>3</sup> dapat dilihat pada tabel 4.3, Nilai densitas ini menunjukkan bahwa nilai tersebut mendekati densitas minyak solar berdasarkan referensi (Migas, 2020). Setelah nilai densitas diketahui, maka nilai densitas akan digunakan untuk mengetahui massa minyak terlebih dahulu sebelum mengetahui rendemen (yield) yang dihasilkan dari plastik jenis LDPE (*Low Density Polyethylene*).

#### 4.5 Rendemen Terhadap Temperatur Pengujian 1

Minyak yang dihasilkan dari temperatur pengujian pertama melalui proses pirolisis plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) dapat diukur rendemennya (yield). Dalam proses ini, sebanyak 284 gram plastik diolah dalam reaktor 1, menghasilkan 110 ml minyak. Densitas minyak tersebut telah ditentukan, yaitu 0,803 g/ml, pada pengujian pertama dengan suhu 200°C. Untuk menghitung rendemen minyak plastik tersebut, langkah pertama adalah menentukan massa minyak yang dihasilkan.

a. Massa minyak yang dihasilkan dari proses pirolisis plastik jenis LDPE (*Low Density Polyethylene*) dapat diketahui dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$m = v \times \rho$$

Dimana :  $m$  : Massa minyak (g)

$v$  : Volume minyak yang dihasilkan (ml)

$\rho$  : Nilai densitas (g/ml)

Pengujian pertama menggunakan temperatur 200°C mendapatkan jumlah minyak sebanyak 110 ml dan nilai densitas yang diketahui berdasarkan pengujian di laboratorium di ubah ke dalam satuan g/ml, maka massa minyak plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) tersebut adalah :

Diketahui :  $v = 110$  ml

$$\rho = 0,803 \text{ g/ml}$$

Ditanya :  $m$  : massa minyak (g)

$$110 \times 0,803 = 88,33$$

Jadi, pada pengujian 1 dengan menggunakan temperatur sebesar 200°C mendapatkan massa minyak plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) sebanyak 88,33 gram.

b. Rendemen Minyak Plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*).

Untuk mengetahui rendemen dari hasil proses pirolisis limbah plastik jenis LDPE (*Low Density Polyethylene*) memerlukan nilai dari massa minyak dan jumlah plastik yang terolah selama pirolisis berlangsung. Massa minyak plastik yang telah diketahui yaitu 88,33 gram, dan plastik yang terolah selama proses berlangsung di tabung reaktor 1 sebanyak 284 gram, maka rendemen minyak tersebut adalah :

$$\frac{a}{b} \times 100 \%$$

Dimana :  $a$  = Massa minyak (g)

$b$  = Massa limbah plastik (g)

Diketahui :  $a = 88,33$  g

$b = 284$  g

Ditanya : Rendemen (%)

$$\frac{88,33}{284} \times 100 \% = 31,1 \approx 31 \%$$

Jadi, rendemen minyak plastik tersebut adalah 31% pada pengujian 1 dengan mengaplikasikan temperatur 200°C di tabung reaktor 2.

#### 4.6 Rendemen Terhadap Temperatur Pengujian 2

Jadi, pada pengujian 2 dengan menggunakan temperatur sebesar 250°C. minyak hasil proses pirolisis plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) dapat diketahui rendemen (*yield*) dari minyak plastik tersebut, yang mana telah diketahui sebelumnya jumlah plastik yang terolah selama proses berlangsung di tabung reaktor 1 sebanyak 338 gram dan menghasilkan minyak sebanyak 131 ml, serta densitas minyak yang diketahui 0.853 g/ml dari hasil pengujian 2 menggunakan temperatur 250°C dan menggunakan massa tahan di reaktor 1 selama 60 menit. Untuk mengetahui rendemen dari minyak plastik tersebut maka harus mengetahui massa minyak plastik terlebih dahulu

a. Massa Minyak Plastik LDPE (Low Density Polyethylene).

$$m = v \times \rho$$

Dimana :  $m$  : Massa minyak (g)

$v$  : Volume minyak yang dihasilkan (ml)

$\rho$  : Nilai densitas (g/ml)

Pengujian kedua menggunakan temperatur 250°C mendapatkan jumlah minyak sebanyak 131 ml dan nilai densitas yang diketahui berdasarkan pengujian di laboratorium di ubah ke dalam satuan g/ml, maka massa minyak plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) tersebut adalah :

Diketahui :  $v = 131$  ml

$$\rho = 0,853 \text{ g/ml}$$

Ditanya :  $m$  : massa minyak (g)

$$131 \times 0,853 = 111,74$$

b. Rendemen Minyak Pada Pengujian kedua

Massa minyak plastik yang telah diketahui adalah 111,74 gram dengan jumlah plastik yang terolah selama proses berlangsung di tabung reaktor 1 sebanyak 338 gram dan untuk mengetahui rendemennya maka melalui persamaan berikut:

$$\frac{a}{b} \times 100 \%$$

Diketahui :  $a = 111,743 \text{ g}$

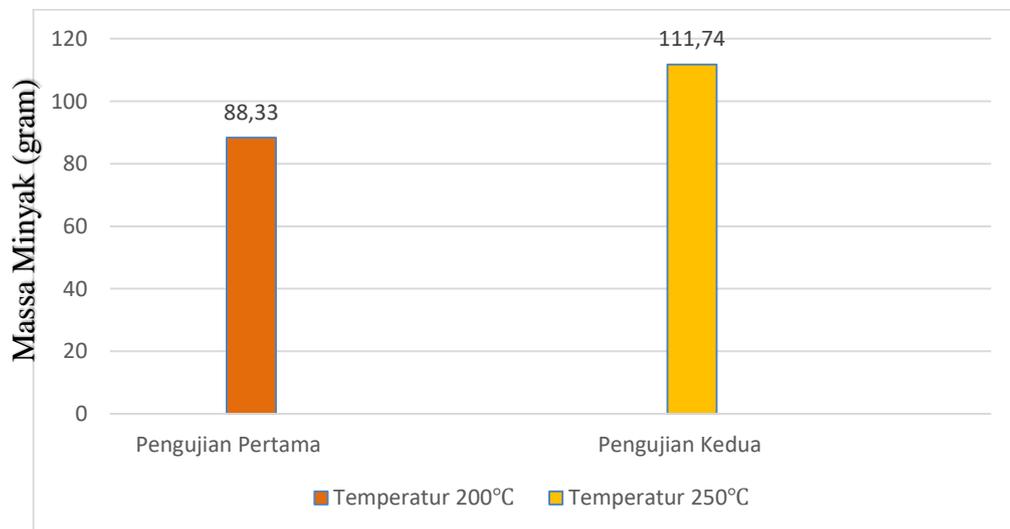
$b = 338 \text{ g}$

Ditanya : Rendemen (%)

$$\frac{111,743}{338} \times 100 \% = 33 \%$$

Jadi, rendemen minyak plastik pada percobaan 2 dengan menggunakan temperatur 250°C sebesar 33%.

Berikut Gambar grafik massa minyak terhadap temperatur 200°C pada pengujian 1 dan temperatur 250°C pada pengujian 2.

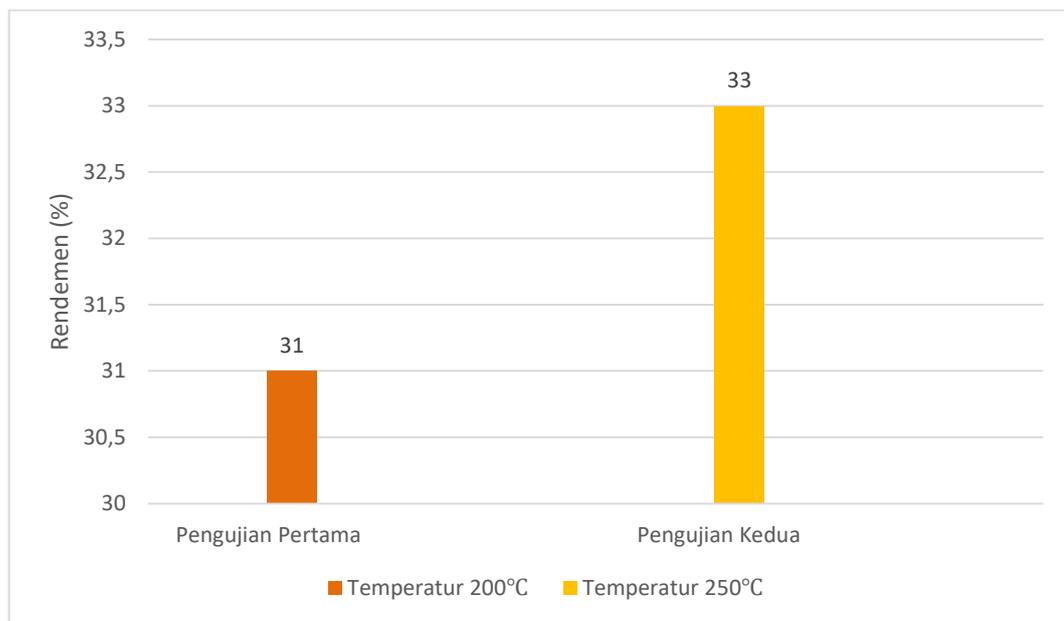


Gambar 4.8 Grafik Massa Minyak Terhadap Temperatur

Pada gambar 4.8 di atas memperlihatkan bahwa saat melakukan pengujian 1 dengan temperatur 200°C mendapatkan massa minyak sebanyak 88,33 gram, dan pada pengujian 2 dengan menggunakan 250°C mendapatkan massa minyak sebanyak 111,74 gram. Perbedaan kedua massa minyak dipengaruhi oleh temperatur yang

digunakan pada reaktor 2, temperatur 200°C mengacu pada rentang temperatur minyak tanah. Sedangkan temperatur 250°C mengacu pada rentang temperatur minyak solar. Pada temperatur 200°C, tidak semua senyawa hidrokarbon yang terdapat pada crude oil dapat menguap, sebagian besar senyawa memiliki titik didih yang lebih tinggi dan tidak dapat terpisahkan, sehingga massa minyak yang dihasilkan lebih rendah. Dan sebaliknya, pada temperatur 250°C massa minyak yang dihasilkan berbeda, dikarenakan banyak senyawa hidrokarbon yang terurai dan terpisah dari crude oil. Hal ini disebabkan oleh banyaknya senyawa hidrokarbon yang memiliki titik didih tinggi dan akan terdestilasi sehingga menghasilkan peningkatan massa minyak.

Berikut Gambar grafik rendemen terhadap temperatur 250°C pada pengujian 1 dan temperatur 250°C pada pengujian 2.



Gambar 4.9 Grafik Rendemen Minyak Terhadap Temperatur

Gambar 4.9 di atas memperlihatkan bahwa saat melakukan percobaan 1 dengan temperatur 200°C mendapatkan hasil rendemen sebesar 31%, dan pada percobaan 2 dengan temperatur 250°C mendapatkan hasil rendemen sebesar 33%, perbedaan ini dapat terjadi karena pada temperatur yang lebih tinggi, lebih banyak komponen hidrokarbon yang terurai dan menguap menjadi fase cair, sehingga meningkatnya rendemen dari minyak yang dihasilkan.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada saat penelitian, dapat ditarik kesimpulan dan saran sebagai berikut:

1. Minyak yang dihasilkan dengan metode pirolisis pada pengujian 1 mendapatkan jumlah minyak sebanyak 110 ml. Sedangkan pada pengujian 2 menghasilkan jumlah minyak sebanyak 131 ml
2. Pengaruh temperatur pada proses pirolisis ditabung reaktor 1 membuat plastik dapat terurai dan menguap lebih cepat, hal ini dibuktikan oleh banyaknya jumlah plastik yang terolah pada proses pirolisis di tabung reaktor 1, adapun pengaruh temperatur terhadap sumber bahan bakar yang dihasilkan memiliki jumlah yang berbeda, hal ini terjadi karena fraksi minyak memiliki titik didih yang berbeda.
3. Rendemen yang telah diketahui pada pengujian 1 mendapatkan rendemen sebesar 31% dan pada pengujian 2 mendapatkan rendemen sebesar 33%

#### 5.2 Saran

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai rendemen hasil minyak pirolisis plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) pada temperatur optimum pirolisis.
2. Perlu dilakukan pengujian lanjutan terhadap plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) untuk mengetahui potensi besar dapat dikembangkan sebagai sumber bahan bakar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ali Mokhtar, Moh. Jufri, H. S. (2018). Perancangan Pirolisis Untuk Membuat Bahan Bakar Cair Dari Limbah Plastik Kapasitas 10Kg. *Seminar Nasional*, 126–133.
- Anjas Fitirio, Setya Permana Sutisna, R. I. (2020). Pengelohan Sampah Plastik LPDE Bungkus Mie Instan dan Sachet Kopi Menjadi Minyak Dengan Metode Pirolisis. *JURNAL ALMIKANIKA*, 2(1), 29–36.
- Caglar, A., & Aydinli, B. (2009). Isothermal co-pyrolysis of hazelnut shell and ultra-high molecular weight polyethylene: The effect of temperature and composition on the amount of pyrolysis products. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 86, 304–309.
- Damayanti, Z., Sudarti, S., & Yushardi, Y. (2023). Analisis Karakteristik Fuel Pirolisis Sampah Plastik Berdasarkan Jenis Plastik Yang Digunakan: Review. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 8(1), 26. <https://doi.org/10.31942/inteka.v18i1.8092>
- Dharma, U. S., & Irawan, D. (2015). Analisa Karakteristik Minyak Plastik Hasil Dua Kali Proses Pirolisis. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 4(1), 7–11. <https://doi.org/10.24127/trb.v4i1.645>
- Firdausy, M. A., Safitri, N., Listiara, W., & Mizwar, A. (2023). Pemanfaatan Sampah Plastik Jenis Plastik Polypropylene (Pp), High-Density Polyethylene (Hdpe), Polyethylene Terephtalate (Pet) Dan Low-Density Polyethylene (Ldpe) Menjadi Bahan Bakar Minyak (Bbm) Alternatif Dengan Proses Pirolisis Dalam Upaya Pengurangan . *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 9(2), 83–90. <https://doi.org/10.20527/jukung.v9i2.17577>
- Husein, A. (2018). *Pengaruh temperatur pembentukan fuel oil pada pirolisis plastik low density polyethylene (ldpe)*.
- Indirawati, S. M., Salmah, U., Arde, L. D., & Hutagalung, D. S. (2023). Analisis Model Intervensi Pengelolaan Sampah Plastik Pada Generasi X Di Kota Medan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 22(2), 160–169. <https://doi.org/10.14710/jkli.22.2.160-169>
- Irvan Okatama. (2016). Analisa Peleburan Limbah Plastik Jenis Polyethylene Terphtalate (Pet) Menjadi Biji Plastik Melalui Pengujian Alat Pelebur Plastik.

*Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, 05, 0–4.

- Iswadi, D., Nurisa, F., Liastuti, E., Kimia, J. T., Teknik, F., Pamulang, U., Surya, J., No, K., & Selatan, T. (2017). Utilization of LDPE and PET Plastic Waste into Oil Fuel By Pyrolysis Process. In *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia UNPAM* (Vol. 1, Issue 2).
- John Wiley & Sons L. (2006). *Feedstock Recycling and Pyrolysis of Waste Plastics : Wiley Series in Polymer Science*.
- Kathiravan, T., Nasrulla, S. M., & Saravanan, G. (2018). Extraction and Analysis of Pyrolysed Oil Derived From HDPE. *International Journal of Trend in Scientific Research and Development*, Volume-2(Issue-4), 695–716. <https://doi.org/10.31142/ijtsrd13046>
- Kurniawan, E., & Sari, I. (2015). *KRESEK MENJADI BAHAN BAKAR MENGGUNAKAN PROSES PIROLISIS. IV*, 1–5.
- Landi, T., & Arijanto, A. (2017). Perancangan Dan Uji Alat Pengolah Sampah Plastik Jenis Ldpe (Low Density Polyethylene) Menjadi Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Teknik Mesin Undip*, 5(1), 1–8.
- Lauhilhulafa, A. (2019). Pemanfaatan Limbah Plastik Menjadi Bahan Bakar Dengan Metode Pirolisis. *Jurnal Akademi Kimia*, 1–7.
- Liestiono, R. P., Cahyono, M. S., Widyawidura, W., Prasetya, A., & Pendahuluan, I. (2017). *KARAKTERISTIK MINYAK DAN GAS HASIL PROSES DEKOMPOSISI TERMAL PLASTIK JENIS LOW DENSITY POLYETHYLENE ( LDPE ). 1(2)*.
- Migas. (2020). Spesifikasi produk bbm, bbn & lpg. In Spesifikasi Produk BBM, BBN & LPG.
- M. Islam., M. Rofiqul., H. Parveen, HANIU and M. R. Islam Sarker, "Innovation in Pyrolysis Technology for Management of Scrap Tire: a Solution of Energy", *International Journal of Environmental Science and Development*, vol. 1, no. 1, A ISSN: 2010-0264, 2010
- Pakpahan, D. D. F. (2019). Pemanfaatan Limbah Plastik LDPE (Low Density Polyethylene) menjadi Bahan Bakar Minyak melalui Metode Pirolisis. In Skripsi Universitas Brawijaya.
- Puspitasari, H. (2018). *PENGOLAHAN SAMPAH PLASTIK KOTA SURABAYA*.
- Ridhuan, K., Irawan, D., & Inthifawzi, R. (2019). Proses Pembakaran Pirolisis dengan Jenis Biomassa dan Karakteristik Asap Cair yang Dihasilkan. Turbo :

- Jurnal Program Studi Teknik Mesin, 8(1), 69–78.  
<https://doi.org/10.24127/trb.v8i1.924>
- Risdiyanta, ST., M. (2014). Mengenal Kilang Pengolahan Minyak Bumi ( Refinery ) Di Indonesia. *Forum Teknologi*, 05(4), 46–54.
- Senduk, T. W., Montolalu, L. A. D. Y., & Dotulong, V. (2020). RENDEMEN EKSTRAK AIR REBUSAN DAUN TUA MANGROVE *Sonneratia alba* (The rendement of boiled water extract of mature leaves of mangrove *Sonneratia alba*). *Jurnal Perikanan Dan Kelautan Tropis*, 11(1), 9
- Supriyanto, A., & Kristiawan, Y. Y. (2017). *Pemanfaatan limbah ban bekas sebagai bahan bakar alternatif dengan metode pirolisis*. 35–40.
- Setiawan, R., Dharma, U. S., Andriyansyah, N., Irawan, D., & Yanto, R. (2020). Pembuatan minyak plastik dengan metode destilasi bertingkat. *ARMATUR : Artikel Teknik Mesin & Manufaktur*, 1(1), 35–40.  
<https://doi.org/10.24127/armatur.v1i1.188>
- Tahdid, T., Manggala, A., Wasiran, Y., Nurryma, I., Ramadhani, P. S., & Kobar, A. A. (2022). Pengaruh Jumlah Zeolit Dan Temperatur Terhadap Rendemen Bahan Bakar Cair Menggunakan Limbah Plastik Di Unit Thermal Catalytic Cracking Reactor. *Jurnal Redoks*, 7(2), 26–32.  
<https://doi.org/10.31851/redoks.v7i2.9269>
- Wiratmaja, I. G. (2010). *Pengujian Karakteristik Fisika Biogasoline Sebagai Bahan Bakar Alternatif Pengganti Bensin Murni*. 4(2).
- Wisnujati, A., & Yudhanto, F. (2020). Analisis karakteristik pirolisis limbah plastik low density polyethylene (LDPE) sebagai bahan bakar alternatif. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 9(1), 102–107.  
<https://doi.org/10.24127/trb.v9i1.1158>
- Z. Alimuddin., dan K. Yoshikawa, “Fuel Oil Production from Municipal Plastic Wastes in Sequential Pyrolysis and Catalytic Reforming Reactors”,. *Energy Procedia*, vol. 47, pp. 180–188, 2014.

## LAMPIRAN

Berikut ini minyak hasil dari pengujian pirolisis yang di variasikan temperatur yang berbeda.



Minyak Pengujian 1



Minyak Pengujian 2





### LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Judul : Penggunaan Limbah Plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) Sebagai Sumber Bahan Bakar.  
Nama : Afdawi Musa Hasibuan  
NPM : 2007230119  
Dosen Pembimbing : H. Muharnif M, S.T., M.Sc.

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	22/7/2024	Perbaiki Isi Bab 4	f
2.	29/7/2024	Perbaiki Bentuk Gambar	f
3.	5/8/2024	Perbaiki Data Berserak	f
4.	12/8/2024	Perbaiki: Isi Pembahasan	f
5.	15/8/2024	Perbaiki Perhitungan	f
6.	19/8/2024	Tambah Grafik dan Diagram Data	f
7.	22/8/2024	Perbaiki Kesimpulan	f
8.	26/8/2024	Acc Seminar Hasil	f
9.	14/9/2024	Acc Sidang	f



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Bila menjawab surat ini, agar disebutkan nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**FAKULTAS TEKNIK**

UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 174/SK/BAN-PT/Ak.Pp/PT/III/2024  
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003

<https://fatek.umsu.ac.id> [fatek@umsu.ac.id](mailto:fatek@umsu.ac.id) [umsumedan](https://www.facebook.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.instagram.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.tiktok.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.youtube.com/umsumedan)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN  
DOSEN PEMBIMBING**

**Nomor : 1518/IL.3AU/UMSU-07/F/2024**

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 05 September 2024 dengan ini Menetapkan :

Nama : AFDAWI MUSA HASIBUAN  
Npm : 2007230119  
Program Studi : TEKNIK MESIN  
Semester : VIII (DELAPAN)  
Judul Tugas Akhir : PENGGUNAAN LIMBAH PLASTIK LDPE ( LOW DENSITY POLYETHYLENE ) SEBAGAI SUMBER BAHAN BAKAR.  
Pembimbing : H. MUHARNIF M, ST, M.Sc

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

5. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
6. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya

Medan, 01 Rabi'ul Awal 1446 H  
05 September 2024 M



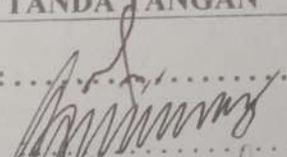
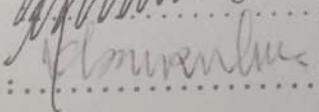
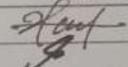
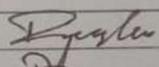
Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT  
NIDN: 0101017202



**DAFTAR HADIR SEMINAR  
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK – UMSU  
TAHUN AKADEMIK 2023 – 2024**

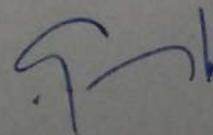
Peserta seminar

Nama : Afdawi Musa Hasibuan  
 NPM : 2007230119  
 Judul Tugas Akhir : Pemberdayaan Limbah Plastik LDPE (Low Density Polyethylene)  
 Sebagai Sumber Bahan Bakar

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I	: H. Muharnif M, ST, M.Sc		:..... 
Pemanding – I	: Ir. Arfis Amiruddin, M.Si		:..... 
Pemanding – II	: Khairul Umurani, ST, MT		:.....
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	2007230005	Muhammad Atba	
2	2007230041	TRI AKOMAN	
3	2007230070	m. Rival Rivasyah	
4	2007230040	DIDIK MEL SANDI	
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 07 Rabi'ul Awal 1446 H  
11 September 2024 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

---

Nama : Afdawi Musa Hasibuan  
NPM : 2007230119  
Judul Tugas Akhir : Pemberdayaan Limbah Plastik LDPE (Low Density Polyethylene)  
Sebagai Sumber Bahan Bakar

Dosen Pembanding – I : Ir. Arfis Amiruddin, M.Si  
Dosen Pembanding – II : Khairul Umurani, ST, MT  
Dosen Pembimbing – I : H. Muharnif M, ST, M.Sc

**KEPUTUSAN**

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

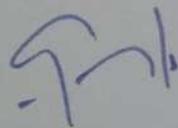
*→* Jurnal - Latar Belakang, April 2024  
Jurnal - Keori per penerangan / umum

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

.....  
.....  
.....  
.....

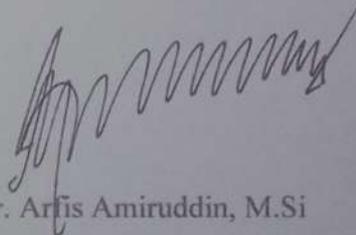
Medan, 07 Rabi'ul Awal 1446 H  
11 September 2024 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pembanding- I



Ir. Arfis Amiruddin, M.Si

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

---

Nama : Afdawi Musa Hasibuan  
NPM : 2007230119  
Judul Tugas Akhir : Pemberdayaan Limbah Plastik LDPE (Low Density Polyethylene)  
Sebagai Sumber Bahan Bakar

Dosen Pembanding – I : Ir. Arfis Amiruddin, M.Si  
Dosen Pembanding – II : Khairul Umurani, ST, MT  
Dosen Pembimbing – I : H. Muharnif M, ST, M.Sc

**KEPUTUSAN**

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

..... Perbaiki format penulisan : Proses  
..... Menambahkan data / kemampuan  
.....

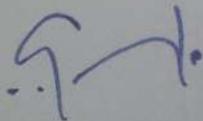
3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

.....  
.....  
.....  
.....

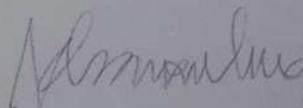
Medan 07 Rabi'ul Awal 1446 H  
11 September 2024 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- II



Chandra A Siregar, ST, MT



Khairul Umurani, ST, MT

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### A. DATA PRIBADI

Nama : Afdawi Musa Hasibuan  
Tempat dan Tanggal Lahir : Medan, 13 Juni 2002  
Alamat : Jl. Kl. Yos Sudarso LK. II Mabar, Medan Deli  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Umur : 22 Tahun  
Agama : Islam  
Status : Belum Menikah  
E-mail : [afdawimusahasibuan@gmail.com](mailto:afdawimusahasibuan@gmail.com)  
No. Hp : 081262880721

### B. RIWAYAT PENDIDIKAN

Tahun 2008 – 2014 : SD Swasta Putra Negeri  
Tahun 2014 – 2017 : SMP Swasta Mabar  
Tahun 2017 – 2020 : SMK Negeri 5 Medan  
Tahun 2020 – 2024 : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara