

**TUGAS AKHIR**

**HASIL DARI PIROLISIS SAMPAH PLASTIK  
BERJENIS POLYPROPILANE DENGAN KATALIS  
PASIR MERAPI SEBAGAI ALTERNATIF PRODUKSI  
(BBM)**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan**



**FIRHAD LISAGE  
18513145**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2023**

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

**TUGAS AKHIR**  
**HASIL DARI PIROLISIS SAMPAH PLASTIK**  
**BERJENIS POLYPROPILANE DENGAN KATALIS**  
**PASIR MERAPI SEBAGAI ALTERNATIF PRODUKSI**  
**(BBM)**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan**  
**Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan**



الجامعة الإسلامية  
INDONESIA

**FIRHAD LISAGE**

**18513145**

Disetujui,

Dosen Pembimbing:

**Yebi Yuriantala, S.T., M.Eng.**

**NIK. 135130503**

**Tanggal: 23 Oktober 2023**

**Fajri Mulva Iresha, S.T., M.T.,**

**Ph.D**

**NIK. 155130507**

**Tanggal: 23 Oktober 2023**

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan FTSP UII

**Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng.), Ph.D.**

**NIK. 045130401**

Tanggal: 7/12/2023

**HALAMAN PENGESAHAN**

**HASIL DARI PIROLISIS SAMPAH PLASTIK  
BERJENIS POLYPROPILANEDENGAN KATALIS  
PASIR MERAPI SEBAGAI ALTERNATIF PRODUKSI  
(BBM)**

**Telah Diterima dan Disahkan Oleh Tim Penguji:**

**Hari : Senin  
Tanggal : 23 Oktober 2023**

**Disusun Oleh :**

**FIRHAD LISAGE  
18513145**

**Tim Penguji :**

**Yebi Yuriandala, S.T., M.Eng.**

(  )

**Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D**

(  )

**Dr. Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng.**

(  )

\*Halaman ini dibuat apabila sudah selesai pendadaran

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya, bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 4 Desember 2023

Yang membuat pernyataan,



Firhad Lisage

18513145

## **PRAKATA**

Dengan memanjatkan puji dan syukur atas kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan rahmat yang begitu melimpah sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul “Hasil Pirolisis Sampah Plastik Berjenis Polypropilane(PP) Dengan Katalis Pasir Merapi Sebagai Alternatif Produksi Bahan Bakar Minyak(BBM)”

Namun karya ini tidak akan selesai tanpa orang-orang tercinta yang di sekeliling saya yang turut ikut membantu dan mendukung saya hingga selesainya tugas akhir ini. Maka dari itu saya sampaikan terima kasih kepada:

- 1 Ibu Yelnalia dan Bapak Wisman Darwis tercinta atas segala doa dan perjuangan untuk membesarkan, menafkahi, dan membimbing saya sampai sekarang. Saya sangat bersyukur dengan adanya kedua orang tua saya tanpa jasanya saya tidak akan bisa mencapai arti hidup.
- 2 Bapak Yebi Yuriandala, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing 1 telah memberikan ilmu yang sangat berarti dalam memberikan bimbingan dan saran selama saya menyusun tugas akhir
- 3 Bapak Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing 2 yang sudah memberi bimbingan dalam penyusunan tugas akhir.
- 4 Bapak Dr. Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng. selaku penguji yang telah memberi kritik dan saran dengan sabar
- 5 Ibu Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng.) .), Ph.D. Selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.
- 6 Seluruh dosen Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan begitu banyak ilmu yang sangat berarti sampai dikemudian hari nanti
- 7 Bapak Sangudi yang begitu banyak membantu saya dalam penelitian dan mengajarkan bagaimana meneliti yang baik dan benar
- 8 Teman-teman di tempat kuliah Bersama dan di Tangerang yang turut ikut mendukung untuk menyemangati saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini

Akhir kata, penulis menyadari bahwa penulisan laporan ini tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang sifatnya membangun dari pembaca diharapkan agar penulisan di kemudian hari dapat menjadi lebih baik. Semoga laporan ini dapat bermanfaat dan dapat dijadikan pembelajaran maupun referensi untuk penelitian-penelitian lainnya dikemudian hari.

Yogyakarta, 4 Desember 2023

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Firhad Lisage', written in a cursive style.

*Firhad Lisage*

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## ABSTRAK

FIRHAD LISAGE. Hasil Pirolisis Sampah Plastik Berjenis Polypropilane(PP) Dengan Katalis Pasir Merapi Sebagai Produksi Bahan Bakar Minyak(BBM). Dibimbing oleh Yebi Yuriandala, S.T., M.Eng., dan Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D.

Sampah plastik masih menjadi masalah terhadap kehidupan di bumi yang menumpuk dan masih belum banyak dilakukan pengolahan, terutama pada sampah plastik berjenis PP yang memiliki elastisitas, kemampuan mempertahankan bentuk, serta memiliki ketahanan terhadap aliran listrik. Katalis merupakan zat yang mampu mengubah laju reaksi kimia tanpa mengubah intensitas energi yang terkait dengan reaksi tersebut. Katalis pasir merapi akan digunakan dalam penelitian ini dikarenakan kandungan silika yang dimiliki begitu tinggi sehingga dapat meningkatkan kualitas dan bahan baku cukup mudah di dapatkan. Tujuan dilakukannya penelitian ini untuk menunjukkan hasil dari minyak pirolisis sehingga layak dijadikan alternatif sebagai bahan bakar minyak dan nilai parameter yang dihasilkan apakah dapat disandingkan atau tidak. Metode yang akan dilakukan menggunakan pirolisis dengan tenaga listrik untuk mengkonversikan sampah plastik menjadi bahan bakar minyak dengan menggunakan sampel PP 800 gram ditambah dengan campuran 200 gram katalis merapi menggunakan variasi suhu 500 °C, 600 °C, dan 700 °C. Hasil uji yang didapatkan pada penelitian pirolisis kali ini kuantitas yang dihasilkan pada suhu 700 °C dengan berat sebanyak 558,86 gram. Begitupun dengan kualitas yang dimiliki menghasilkan pada sampel suhu 700 °C menunjukkan nilai parameter *flash point* memiliki 158,33 °C, nilai parameter densitas memiliki 0,823 gr/cm<sup>3</sup>, dan nilai parameter kalori memiliki 9466,5884 – 9499,0613 Kal/gr. Berdasarkan hasil kualitas dari minyak yang diproduksi tersebut dapat menunjukkan bahwa hasil minyak pirolisis PP belum dapat dipergunakan sebagai bahan bakar minyak berdasarkan SNI (Standar Nasional Indonesia).

Kata kunci: katalis pasir merapi, pirolisis, plastik polypropilane.

## ABSTRACT

FIRHAD LISAGE. The results of pyrolysis of polypropilane (PP) type plastik waste with Merapi sand catalyst as fuel oil (BBM) production. Guided by Yebi Yuriandala, S.T., M.Eng., and Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D.

Plastic waste is still a problem for life on earth which accumulates and there is still not much processing done, especially for PP type plastic waste which has elasticity, the ability to maintain shape, and has resistance to electricity. A catalyst is a substance capable of changing the rate of a chemical reaction without changing the energy intensity associated with the reaction. The Merapi sand catalyst will be used in this research because the silica content is so high that it can improve the quality and the raw materials are quite easy to get. The purpose of this research is to show the results of pyrolysis oil so that it is feasible to be used as an alternative fuel oil and whether the resulting parameter values can be compared or not. The method to be carried out uses pyrolysis with electric power to convert plastic waste into fuel oil using 800 gram PP samples plus a 200 gram Merapi catalyst mixture using temperature variations of 500 °C, 600 °C and 700 °C. The test results obtained in this pyrolysis study were the quantity produced at a temperature of 700 oC with a weight of 558.86 grams. Likewise with the quality that is produced at a sample temperature of 700°C, the flash point parameter value is 158.33°C, the density parameter value is 0.823 gr/cm<sup>3</sup>, and the calorie parameter value is 9466.5884 – 9499.0613 Cal/gr. Based on the results of the quality of the oil produced, it can be shown that the results of PP pyrolysis oil cannot be used as fuel oil based on SNI (Indonesian National Standard).

Keywords: merapi sand catalyst, pyrolysis, polypropilane plastik.

## DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
HALAMAN PENGESAHAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PERNYATAAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PRAKATA.....	iv
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Ruang Lingkup.....	5
1.6 Kerangka Berpikir .....	6
BAB II.....	7
TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1 Pirolisis.....	7
2.2 Plastik.....	7
2.3 Plastik Polypropylene.....	9
2.4 Katalis.....	9
2.5 Produksi Minyak Pirolisis .....	10
BAB III.....	12
METODE PENELITIAN.....	12
3.1 Metodologi Penelitian .....	12
3.2 Prosedur Penelitian.....	14
3.2.1 Metode Dalam Membuat Katalis .....	16
3.2.2 Pengujian Pada Nilai Kalor.....	17
3.2.3 Pengujian Pada Nilai Densitas .....	17
3.2.4 Pengujian Pada Nilai Flashpoint.....	17
3.3 Metode analisis data .....	17
3.3.1 Nilai Kalor .....	17

3.3.2	Nilai Densitas.....	18
3.3.3	Nilai <i>Flash Point</i> .....	18
BAB IV	.....	20
HASIL DAN PEMBAHASAN	.....	20
4.1	Proses Pirolisis Pada Variasi Suhu.....	20
4.2	Berat Puncak hasil Pirolisis.....	21
4.3	Kuantitas Hasil Pirolisis.....	23
4.4	Kualitas Parameter Hasil Minyak Pirolisis.....	25
4.4.1	Nilai Densitas.....	25
4.4.2	Nilai Kalor.....	26
4.4.3	Nilai <i>Flashpoint</i> .....	28
BAB V	.....	29
KESIMPULAN DAN SARAN	.....	29
5.1	Kesimpulan.....	29
5.2	Saran.....	29
DAFTAR PUSTAKA	.....	30
LAMPIRAN	.....	32
Lampiran 1 (NILAI KALOR)	.....	32
Lampiran 2 (DENSITAS)	.....	32
Lampiran 3 ( <i>FLASH POINT</i> )	.....	33

## DAFTAR TABEL

Tabel 1 Data temperatur transisi dan temperatur lebur plastik .....	8
Tabel 2 Kandungan Unsur Mayor Abu Gunung Merapi .....	9
Tabel 3 Perbandingan Nilai Kalor plastik dan bahan lain .....	10
Tabel 4 Perbandingan Nilai Kalor plastik dan bahan lain .....	26
Tabel 5 Perbandingan Nilai Kalor dengan BBM .....	27
Tabel 6 Perbandingan Nilai Flash Point dengan BBM .....	28

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Jenis Sampah Plastik PP .....	2
Gambar 2 Pengaruh Suhu Terhadap Volume .....	3
Gambar 3 Hasil Minyak Pirolisis Dengan Plastik Berjenis PP.....	4
Gambar 4 Kerangka Berpikir.....	6
Gambar 5 Grafik Nilai Kalor .....	11
Gambar 6 Diagram Alur .....	13
Gambar 7 Alat Pirolisis.....	15
Gambar 8 (a)area pengambilan pasir, (b)proses pengayakan, (c)pengeringan dalam desikator, (d) penyaringan katalis, (e) katalis merapi.....	17
Gambar 9 Perbandingan Suhu Terhadap Waktu.....	20
Gambar 10 Berat Total Dengan Variasi Suhu .....	22
Gambar 11 Berat Puncak Dengan Variasi Suhu .....	24

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Sampah plastik di Indonesia sudah mencapai 9,52 ton/tahun. Berdasarkan data yang disebutkan Indonesia berada di peringkat kedua dunia dengan penghasil sampah plastik di laut yang mencapai sebesar 3,22 juta ton/tahun. Ini merupakan suatu masalah bagi lingkungan terutama lautan yang berdampak besar bagi hewan laut. Indonesia menempati peringkat kedua dunia. Menurut data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan yang menunjukkan bahwa plastik yang dihasilkan oleh 100 toko atau anggota Asosiasi Pengusaha Ritel Indonesia (APRINDO) dalam waktu 1 tahun menghasilkan 10,95 juta kantong sampah plastik. Jumlah yang dihasilkan sama dengan luas area sekitar 65,7 hektar (Jambeck, 2015)

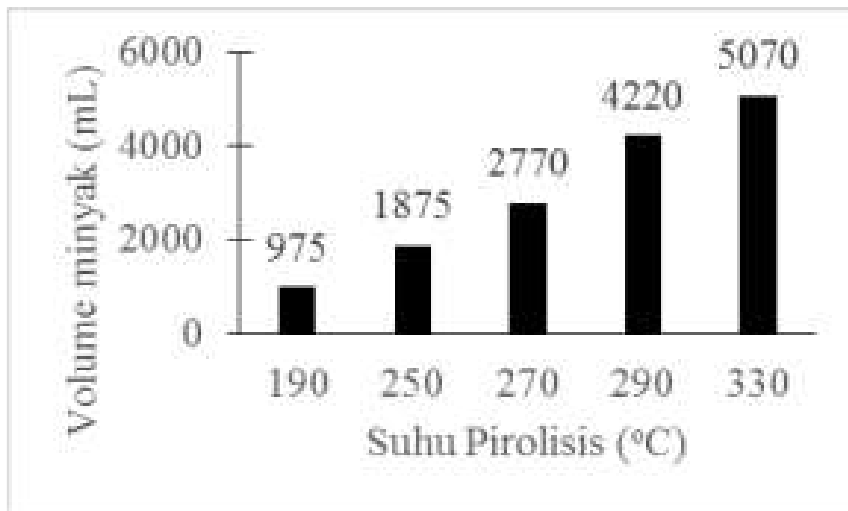
Plastik cukup banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari dan cukup sulit untuk dipisahkan dalam kehidupan manusia karena melekat dalam banyak kegunaan karena dari beberapa barang yang terbuat dari plastik memiliki bahan fleksibel. Produksi yang dilakukan setiap tahunnya mencapai jutaan ton untuk memenuhi kebutuhan penduduk dalam berbagai bidang dari skala kecil hingga skala besar. Menurut studi yang dilakukan oleh Worldwatch Institute, jumlah plastik yang digunakan secara global mencapai 297 juta ton pada tahun 2015. Hampir 50% peralatan rumah tangga mengandung plastik, mulai dari perabot rumah tangga, peralatan makan, elektronik, dan kendaraan, (Gourmelon, 2015).



*Gambar 1 Jenis Sampah Plastik PP*

Jenis plastik yang terbanyak digunakan merupakan plastik berjenis PP yang bahannya lebih kuat dan lebih tahan terhadap panas, PP banyak digunakan untuk menampung makanan panas. Kualitas resistennya sebanding dengan LDPE dan HDPE. PP banyak digunakan dalam kemasan makanan, sebagai bahan popok sekali pakai dan pembalut wanita. PP dianggap sebagai pilihan plastik yang lebih aman untuk makanan dan minuman dikarenakan mampu mencegah terjadinya reaksi kimia dan tahan terhadap panas. Meski memiliki banyak manfaat, PP sulit didaur ulang dan membahayakan kesehatan, khususnya gangguan asma dan hormon pada manusia.. Dilakukan penelitian sebagai acuan bagaimana pengaruh suhu dan volume minyak yang dihasilkan terhadap proses pirolisis. Pada penelitian yang dilakukan oleh Chaurasia dan Babu (2005) pada suhu 75°C, minyak plastik dihasilkan karena ukuran kecil plastik yang halus dan tipis menghasilkan pirolisis plastik menjadi minyak yang lebih cepat, yang sejalan dengan klaim bahwa semakin besar ukuran partikel, semakin kecil ukurannya maka semakin cepat waktu yang dibutuhkan.



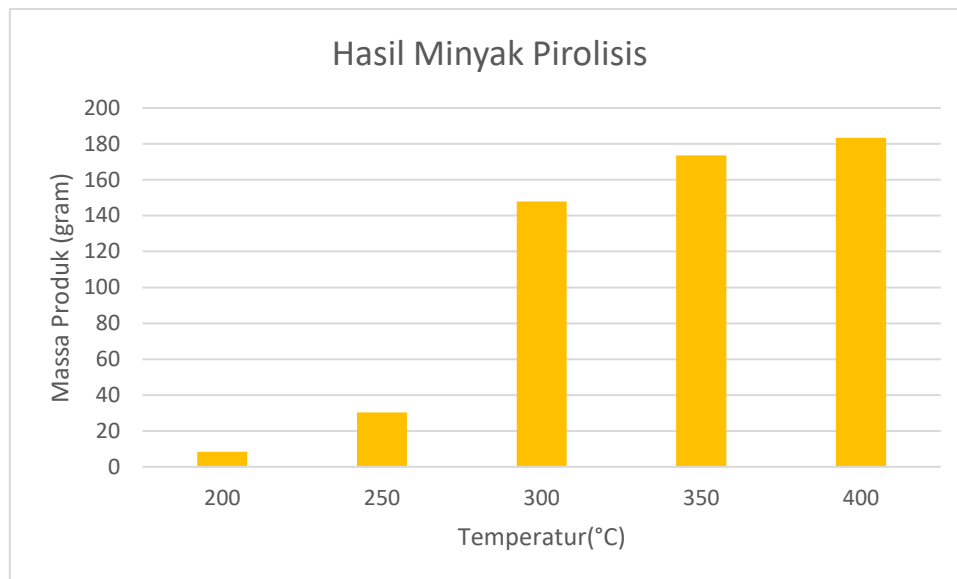


*Gambar 2 Pengaruh Suhu Terhadap Volume*

Sumber: Santoso, 2010

Pada penelitian yang dilakukan oleh Santoso (2010), pada grafik gambar 2 dengan berat total sampel sampah plastik LDPE sebanyak 8 kg dilakukan secara suhu bertahap dimulai dari 190-330°C volume total minimum pada suhu 190°C mencapai 975 mL dan volume total maksimum yang dihasilkan pada suhu 330°C mencapai 5070 mL ini membuktikan bahwa suhu sangat berperan besar dalam jumlah volume yang dihasilkan.

Pada alternatif pengelolaan sampah plastik adalah dengan menggunakan proses daur ulang (recycle). Pirolisis sampah plastik merupakan proses yang mengubah plastik menjadi bahan bakar cair. Selain mengurangi limbah plastik, pirolisis dapat digunakan untuk menyediakan bahan bakar dengan nilai energi yang relatif tinggi. Secara umum, sekitar 900 ml bahan bakar minyak dapat diperoleh dari pirolisis 1 kg resin poliolefin seperti polipropilen, polietilen, dan polistirena. (Thorat dkk, 2013).



*Gambar 3 Hasil Minyak Pirolisis Dengan Plastik Berjenis PP*

Sumber: Eka, 2019

Pada penelitian yang dilakukan oleh Eka (2018), pada grafik di atas dengan sampel plastik PP sebanyak 250 gram menghasilkan beragam macam produksi pirolisis pada macam variasi suhu. Pada suhu 200°C menghasilkan minyak sebanyak 8,31 gram sebagai berat minimum dan pada suhu 400 °C menghasilkan minyak sebanyak 183,41 gram sebagai berat maksimum. Produksi pirolisis sangat besar dipengaruhi oleh variasi suhu yang dilakukan dalam penelitian.

Pada pirolisis katalis yang hanya bisa digunakan antara lain zeolit HZM-5, SiO<sub>2</sub>-AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub> amorf, dan MCM-41. Tetapi karena katalis memiliki bahan baku dan biaya produksi yang tinggi, sehingga aplikasi katalis pirolisis ini di masyarakat cukup sulit. Dengan abu vulkanik yang terdapat pada pasir merapi digunakan sebagai alternatif katalis. Abu vulkanik Merapi dapat digunakan sebagai katalis dalam proses pirolisis karena kandungan SiO<sub>2</sub> dan AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dengan konsentrasi yang tinggi. SiO<sub>2</sub> dan AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub> juga dapat menjadi bahan baku utama sebagai pembuatan katalis pirolisis. (Kusumastuti, 2012).

Pentingnya melakukan penelitian ini dalam permasalahan sampah plastik ini yang bertanggung jawab pemerintah sebagai gerakan utama untuk membenahi tindakan dalam pengelolaan sampah dan pembuangan sampah yang baik dan benar. Proses pirolisis sampah plastik merupakan proses dekomposisi senyawa organik yang terdapat dalam plastik melalui proses pemanasan dengan sedikit atau tanpa melibatkan oksigen yang akan menghasilkan bahan bakar minyak. Hasilnya akan mengurangi limbah sampah plastik dan menghemat pasokan minyak bumi untuk bahan bakar.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan masalah yang dihadapi dengan beberapa penelitian belum ada pembahasan tentang kebutuhan energi yang memproduksi bahan bakar dari plastik polypropylene. Bagaimana kuantitas dan kualitas liquid menggunakan variasi 3 suhu yaitu 500°C, 600°C, dan 700°C pada hasil dari pirolisis dengan plastik polypropilane dengan katalis?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan pada penelitian kali ini untuk mengetahui dan menganalisa nilai karakteristik flash point, kalor, dan densitas pada bahan bakar cair terhadap pengaruh waktu dan suhu.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

- Mengetahui praktek dan teoritis dalam teknik konversi bahan bakar dari plastic polypropilane dengan metode pirolisis dalam lingkup laboratorium
- Mengetahui pengaruh suhu dan waktu pembakaran terhadap berat yang dihasilkan produk
- Memberi alternatif terhadap pengolahan limbah sampah plastik.
- Memberi alternatif pengolahan plastik dengan proses pirolisis yang bisa menghasilkan bahan bakar alternatif

## **1.5 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Data parameter densitas, kalor dan titik nyala
2. Sampah plastik menggunakan jenis PP (bungkus mie instan)
3. Pasir merapi

## 1.6 Kerangka Berpikir



*Gambar 4 Kerangka Berpikir*

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pirolisis**

Pirolisis adalah proses termal (dekomposisi) yang menguraikan bahan rantai polimer seperti plastik dan bahan organik dengan membakarnya tanpa oksigen. Pirolisis berlangsung pada suhu 300-500 °C. Dari proses ini dapat diproduksi dalam bentuk cair, gas dan padat.

Selama pirolisis, bahan plastik akan mengalami transisi fase menjadi gas. Selama fase ini, pemotongan rantai hidrokarbon mulai memendek. Gas panas tersebut kemudian didinginkan sehingga gas yang terkondensasi berubah menjadi cairan. Cairan ini akan digunakan sebagai bahan bakar.

Selama proses pirolisis pada proses dekomposisi merupakan devolatilisasi. Produk utama dari pirolisis adalah minyak, gas, dan arang. Batubara yang dihasilkan dapat digunakan sebagai bahan bakar dan karbon aktif. Bio-oil juga dapat digunakan sebagai aditif. Sedangkan gas yang terbentuk dapat langsung dibakar. Pirolisis biomassa akan menghasilkan zat baru seperti gas dan arang. Minyak akan terjadi kondensasi dari gas yang terbentuk, dapat disebut dengan bio-oil.

Pirolisis dapat dibagi menjadi tiga jenis : slow pyrolysis (pirolisis lambat), fast pyrolysis (pirolisis cepat), dan flash pyrolysis (pirolisis sangat cepat). Berdasarkan waktu, temperature dan laju pemanasan.

Untuk mendapatkan hasil kualitas minyak yang baik, menstabilkan suhu, dan pembentuk senyawa hidrokarbon digunakan katalis yaitu pasir merapi dikarenakan kandungan pada pasir tersebut tercampur abu vulkanik dengan memiliki kandungan silika tinggi dan diperlukan senyawa aktivator dari Ca(OH).

#### **2.2 Plastik**

Plastik adalah salah satu jenis bahan makromolekul yang terbentuk dari proses polimerisasi. Polimerisasi ini merupakan proses penggabungan molekul menjadi lebih besar dari proses kimia. Bahan mentah yang digunakan untuk menghasilkan plastik adalah naphtha. Naphtha tersebut terdapat dari hasil penyulingan minyak bumi. Untuk memproduksi sampah pun dibutuhkan minyak bumi dalam jumlah tertentu seperti contoh jika membuat 1 kg plastik dibutuhkan 1,75 kg minyak bumi. Ada dua jenis tipe plastik yaitu Thermoplastiks dan Thermosetting Polymer.

Termoplastik merupakan plastik yang tidak berubah secara kimiawi ketika dipanaskan dan dapat dicetak ulang, misalnya polietilena, polistirena, polivinil klorida, dan politetrafluoroetilena (PTFE). Bahan dasar dari plastik yaitu minyak bumi dan gas alam. Pada suhu yang cukup tinggi plastik dapat terurai.

Plastik sebagian besar terdiri dari polimer, karbon, hidrogen dengan oksigen, nitrogen, dan belerang. Plastik juga merupakan bahan berbasis polimer, contohnya adalah polypropylene (PP), polyvinyl chloride (PVC), high density polyethylene (HDPE), linier low density polyethylene (LLDPE), low density polyethylene (LDPE), polyester termoplastiks (PETE), polystrene (PS), dan phenolic.

Di balik segala manfaatnya, sampah plastik masih banyak menimbulkan masalah bagi lingkungan. Hal ini dikarenakan sifat plastik yang sulit terurai dengan cepat di dalam tanah. Untuk mengatasi hal tersebut, maka dari itu para ilmuwan lingkungan melakukan Tindakan dan kajian dari berbagai disiplin ilmu.

*Tabel 1 Nilai Temperatur Titik Transisi Dan Temperature Titik Lebur Plastik*

Jenis Bahan	Tm (°C)	Tg (°C)	Temperatur Kerja 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

Sumber: Budiyanoro, 2010

### 2.3 Plastik Polypropylene

Polipropilena merupakan polimer kristalin yang dihasilkan dari proses polimerisasi gas propilena. Polipropilena mempunyai Transisi gelas ( $T_g$ ) yang cukup tinggi ( $190\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), sedangkan titik kristalisasinya antara  $130\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $135\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Polypropylene memiliki ketahanan kimia yang cukup tinggi, namun tidak tahan benturan (Mujiarto, 2005). Konduktivitas termal rendah ( $0,12\text{ w/m}$ ), tegangan permukaan rendah, ketahanan benturan tinggi, ketahanan terhadap pelarut organik, bahan kimia anorganik, kelembapan, minyak, asam dan basa, isolator listrik baik tetapi dapat rusak oleh asam nitrat pekat dan mudah terbakar karena pembakaran lambat. Api adalah karakteristik dari resin polypropylene.

Polipropilane memiliki sifat ketahanan yang lebih baik terhadap bahan kimia anorganik, tetapi polipropilane juga mudah terdegradasi dengan zat pengoksidasi dan sifat kristalisasi yang cukup tinggi mengakibatkan regangannya tinggi, kaku, dan keras.

### 2.4. Katalis

Definisi katalis pertama kali diusulkan oleh Ostwald sebagai zat yang mampu mengubah laju reaksi kimia tanpa mengubah intensitas energi yang terkait dengan reaksi tersebut.. Menurut Agustine (1996), katalis adalah zat yang dapat meningkatkan laju reaksi dalam reaksi kimia mencapai kesetimbangan dimana katalis tidak terlibat secara permanen. (Utomo and Laksono 2007).

Katalis mempunyai peran dalam meningkatkan kualitas produk serta mengurangi suhu proses dan waktu retensi untuk mengoptimalkan proses secara menyeluruh karena plastik PP membutuhkan suhu tinggi untuk degradasinya (Miskolczi et al., 2009) yang struktur pada sampah plastik berjenis PP dengan menggunakan FCC katalis dan menghasilkan 80-90% dari produksi minyak. Dengan kata lain FCC lebih unggul dalam peningkatan kuantitas dibandingkan dengan katalis lain. Katalis terbagi menjadi 3 jenis yaitu FCC, zeolite dan silika alumina. Pada FCC sebagai silika alumina yang memiliki pengikat terdiri dari matriks non zeolite dan kristal zeolite. saringan alumino-silikat kristal yang memiliki kerangka tiga dimensi dengan rongga dan saluran, di mana kation dapat berada. (Miandad, 2020)

Pada Katalis pasir merapi mengandung silika tinggi yang terdapat pada tabel hasil penelitian kandungan mayor pasir Merapi. Berikut akan ditampilkan beberapa kandungan oksida logam yang terkandung pada pasir Merapi.

*Tabel 2 Nilai Kandungan Yang Terdapat Pada Abu Gunung Merapi*

Oksida Logam	Nilai Rata Rata (%)
	Sampel Merapi
SiO <sub>2</sub>	52,52
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,69
CaO	8,96
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,17
K <sub>2</sub> O	2,10
MgO	2,89
MnO	0,22
Na <sub>2</sub> O	3,71
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,29
TiO <sub>5</sub>	1,45

Sumber: Miandad, 2020

## 2.5 Produksi Minyak Pirolisis

Pada plastik memiliki kadar parameter tersendiri untuk menentukan kualitas dan kuantitas pada nilai plastik tersebut dibandingkan dengan bahan baku lain. Berikut merupakan perbandingan tabel kalor dengan bahan lain:

*Tabel 3 Hasil Nilai Perbandingan Kalor plastik dengan bahan lain*

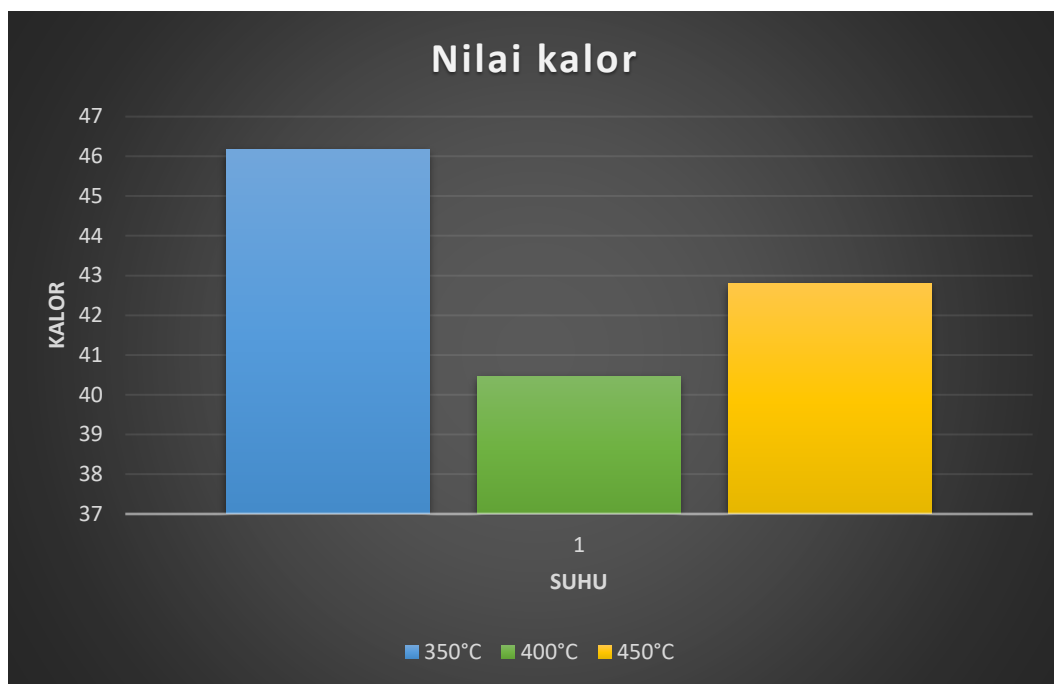
Material	Nilai Kalor (MJ/kg)
Polyethylene	46,3
Polypropylene	46,4
Polyvinyl Chloride	18,0
Polystyrene	41,4
Coal	24,3
Petrol	44,0
Diesel	43,0



Material	Nilai Kalor (MJ/kg)
Light Fuel Oil	41,9
Heavy Fuel Oil	41,1
Kerosene	43,4
LPG	46,1

Sumber: Das dan Pande, 2007

Pada tabel yang terdapat bahwa nilai kalor yang dihasilkan plastik PP mendekati kalor pada petrol, diesel, dan LPG. Dapat memungkinkan bahwa plastik bisa menggantikan bahan baku produksi minyak.



Gambar 5 Grafik Nilai Kalor

Pada penelitian yang dilakukan oleh Joko Santoso (2010), pada grafik di atas dengan sampel plastik PP sebanyak 400 gram menghasilkan beragam macam produksi pirolisis pada macam variasi suhu. Pada suhu 350°C menghasilkan kalor sebanyak 46,14 MJ/kg sebagai berat minimum, pada suhu 400 °C menghasilkan kalor sebanyak 40,45 MJ/kg dan pada suhu 450°C menghasilkan kalor 42,80 MJ/kg sebagai berat maksimum. Produksi pirolisis sangat besar dipengaruhi oleh variasi suhu yang dilakukan dalam penelitian.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Metodologi Penelitian**

Pada penelitian kali ini sampel yang digunakan merupakan bungkus mie instan berjenis PP sebanyak 800 g dan 200 g pasir merapi per 1 kali running karena untuk mendapatkan hasil rata rata dilakukan 3 kali running disetiap suhu dibutuhkan sampel dengan total sebanyak 7,2 kg bungkus mie instan dan 1,8 kg pasir merapi yang sudah melalu proses katalis dengan variasi suhu yang akan digunakan ada 3 yaitu 500°C, 600°C, dan 700°C. Suhu ini digunakan untuk membuktikan bahwa dengan suhu yang lebih besar akan meningkatkan kualitas dan kuantitas pada hasil produksi minyak pirolisis tersebut. Parameter yang digunakan kali ini ada 3 yaitu densitas, kalor dan titik nyala. Parameter ini digunakan sebagai standar penentu kualitas hasil produksi minyak pirolisis apakah dapat bersanding dengan BBM sebagai alternatif.

Dalam penelitian ini data atau informasi bisa didapatkan dengan 2 metode yaitu:

##### **1. Metode Penelitian Pustaka (Studi Pustaka)**

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan buku atau literatur serta internet terkait analisis termal pada peralatan distilasi dan sifat minyak resin yang dihasilkan, sebagai sumber data dan informasi serta teori atau dokumentasi dasar bahwa penelitian yang dilakukan dapat dibenarkan.

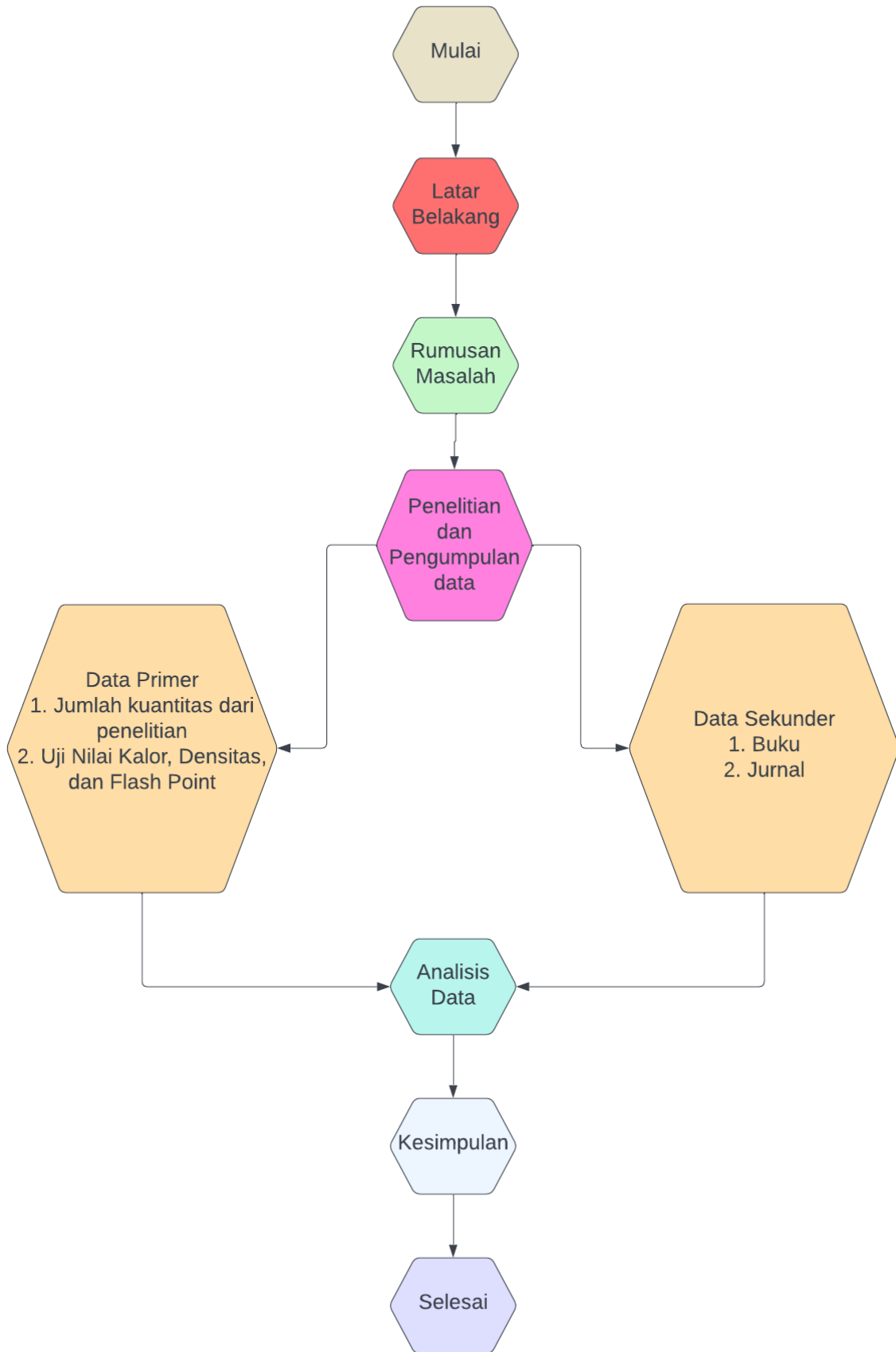
##### **2. Metode Penelitian dengan observasi**

Metode ini merupakan metode yang melakukan observasi langsung dengan melakukan survei pemukiman di sekitar perkotaan untuk mempelajari ketersediaan komponen dan bahan baku plastik, serta mengamati konstruksi industri, alat-alat yang ada.

##### **3. Pengujian / Eksperimen:**

1. Waktu yang dihabiskan dalam produksi sampel minyak pada proses pirolisis.
2. Temperatur puncak yang dicapai pada proses pirolisis.
3. Kapasitas yang dapat dihasilkan produk sampel minyak dengan alat melalui proses pirolisis.
4. Karakteristik produk sampel minyak dari proses pirolisis.

Gambar dibawah ini merupakan diagram alir metodologi pada penelitian kali ini sebagai berikut



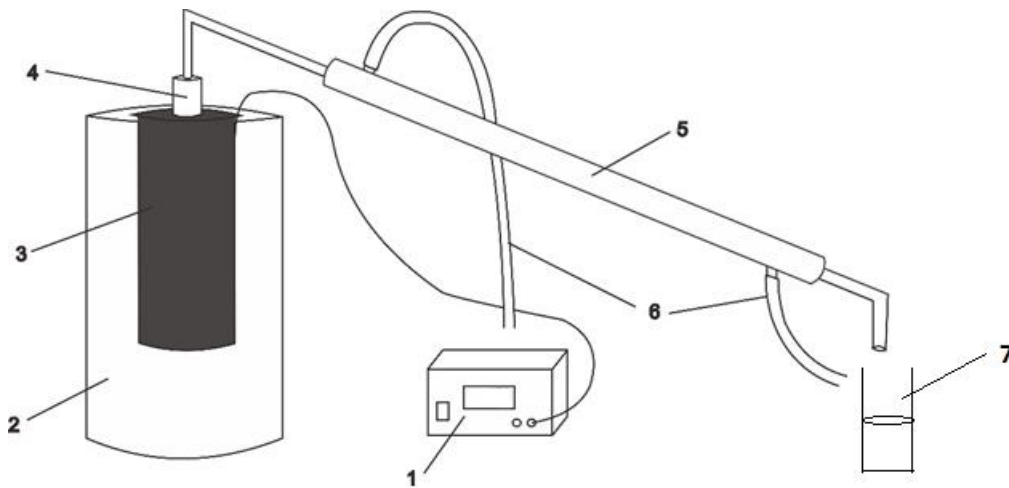
*Gambar 6 Diagram Alur*

### 3.2 Prosedur Penelitian

Dengan metode baru pirolisis dapat meminimalisir limbah sampah plastik dengan cepat dan menguntungkan karena sebagai produksi bahan bakar minyak. Pirolisis adalah proses perengkahan termal, yaitu pemecahan atau pemutusan rantai polimer menjadi senyawa yang lebih sederhana dengan proses termal (pemanasan/pembakaran) dengan sedikit atau tanpa oksigen.. Pada pengolahannya menggunakan teknologi baru pirolisis dengan ini membantu program pemerintah dalam rangka menciptakan solusi energi terbarukan

Kondisi tetap pada proses pirolisis adalah sebesar 500°C, 600°C, dan 700°C. Bahan pada penelitian kali ini dengan menggunakan sampah plastik bungkus mie instan berjenis PP (polypropylene). Pada penelitian kali ini setiap hasil sampel minyak yang melalui proses pirolisis untuk memfokuskan nilai karakteristik yang didapatkan. Berikut merupakan tahapan proses pirolisis sebagai berikut:

1. Pertama siapkan reaktor berkapasitas 1 liter
2. Masukkan sampah plastik mie instan PP (Poly Propylene) sebanyak 800 gram ke dalam reaktor pirolisis.
3. Memasukkan pasir merapi ke dalam kolom katalis sebanyak 200 gram
4. Menutup reaktor bersama kolom katalis dan pastikan reaktor tertutup rapat
5. Reaktor dimasukan ke dalam furnace bersama benang penghantar untuk menjalankan proses pirolisis
6. Sambungkan pipa kondensor dengan kolom katalis
7. Sambungan selang pada kedua lubang kondensor untuk mengeluarkan sisa pirolisis
8. Untuk menjalankan mesin diperlukan listrik yang memadai
9. Atur suhu sesuai yang diinginkan
10. Lakukan analisis terhadap produk yang dihasilkan dalam pengaruh suhu dan berat
11. Ulangi langkah (3) – (10) dengan suhu 500°C
12. Ulangi langkah (3) – (10) dengan suhu 600°C
13. Ulangi langkah (3) – (10) dengan suhu 700°C
14. Sampel minyak yang sudah didapatkan melalui proses pirolisis berikutnya akan dilakukan pengujian karakteristik pada ketiga sampel.



*Gambar 7 Alat Pirolisis*

Keterangan:

1. Digital Temperature Controller
2. Furnace
3. Kolom pirolisis
4. Kolom katalis
5. Kondensor
6. Selang
7. Wadah

Alat pirolisis yang digunakan menggunakan listrik untuk pemanasan. Pirolisis dapat dilakukan pada saat suhu mencapai pada 3 suhu berikut 500 °C, 600 °C dan 700 °C saat suhu mencapai 30 menit. Karena sampah plastik mengandung hemiselulosa dan selulosa yang terurai pada suhu 500 °C hingga 700 °C, suhu harus disiapkan. Untuk proses pirolisis, temperaturnya adalah 500 °C hingga 700 °C. Gas/uap hasil pemanasan ini kemudian didinginkan hingga berubah menjadi fase cair. Fase cair ini adalah bahan bakar minyak. (Rachmawati & Herumurti, 2015).

Kolom pirolisis yang dipergunakan sudah dilakukan modifikasi yang dapat meletakkan katalis diatas kolom. Dengan demikian, uap pirolisis dapat bersentuhan langsung dengan produk pirolisis pada saat perubahan sifat padat menjadi cair..

Bahan yang digunakan kolom pirolisis merupakan stainless steel yang dapat menahan panas yang memiliki tinggi 60 cm dan berdiameter 13 cm. Berbeda dengan kolom katalis berukuran tinggi 6 cm dan berdiameter 5 cm. Furnace yang diperlukan untuk memanaskan

kolom pirolisis seperti tabung memiliki diameter 30 cm dengan diameter rongga dalam 10 cm dan tinggi 40 cm.

Pada penelitian Serano (2012) dalam Ratnasari (2016) dengan menggunakan kolom katalis dalam proses perengkahan katalis (catalyst cracking) memiliki cukup banyak keuntungan. Kolom katalis ini guna meningkatkan perpindahan massa.

### **3.2.1 Metode Dalam Membuat Katalis**

Disekitar gunung merapi memiliki abu vulkanik merapi yang cukup banyak untuk didapatkan. Pasir yang sudah didapat secara langsung perlu disaring terlebih dahulu untuk mendapatkan kandungan abu vulkanik dan kerikil tidak ikut masuk ke dalam abu. Metode untuk pengambilan pasir sebagai berikut.

1. Mengumpulkan pasir di daerah Gunung Merapi.
2. Saring dengan ayakan 40 mesh.
3. Timbang berat hasil pasir yang disaring.
4. Tempatkan pasir di dalam dehidrator.
5. Kemudian keringkan pasir di dalam oven

Berikut  $\text{Ca(OH)}_2$  digunakan sebagai katalis. Menurut Jonathan (2003) penggunaan basa  $\text{Ca(OH)}_2$  karena pada proses katalis memiliki pengaruh lebih baik dibandingkan dengan KOH dan NaOH. Prosedur pembuatan larutan katalis pirolisis dari  $\text{Ca(OH)}_2$  1 M adalah sebagai berikut:

1. Sampel yang dihasilkan ditempatkan dalam desikator
2. Siapkan larutan  $\text{Ca(OH)}_2$  dengan konsentrasi berbeda dengan menimbang terlebih dahulu 7,4 gram  $\text{Ca(OH)}_2$  pada neraca kasar.
3. Sesudah ditimbang kemudian  $\text{Ca(OH)}_2$  dilarutkan dalam 200 ml air suling
4. Kemudian abu vulkanik dan larutan alkali disiapkan dicampur dalam gelas kimia. Kemudian diamkan selama 1 hari.
5. Campuran abu dan larutan basa kemudian disaring lalu dikeringkan dengan oven sekering mungkin

6. Lalu keringkan sampai benar-benar kering di dalam oven



*Gambar 8 (a) area pengambilan pasir, (b) proses pengayakan, (c) pengeringan dalam desikator, (d) penyaringan katalis, (e) katalis merapi*

### **3.2.2 Pengujian Pada Nilai Kalor**

Nilai kalor merupakan energi yang dihasilkan dalam pembakaran pada massa yang dibakar. Mendapatkan nilai kalor perlu diteliti dan diperiksa dengan bom kalorimeter (Santosa, 2014) dengan menggunakan SNI 7182:2015.

### **3.2.3 Pengujian Pada Nilai Densitas**

Nilai densitas dengan mencari nilai berat dan volume yang nanti berat tersebut dibagi dengan volume yang hasilnya di dapat merupakan nilai densitas. Pengujian densitas dengan mengikuti yang terdapat pada SNI 1973:2016 pembahasan perlakuan uji densitas. Dengan metode uji densitas relative minyak mentah dan produk minyak diuji dengan metode hydrometer.

### **3.2.4 Pengujian Pada Nilai Flashpoint**

Pengujian nilai Flashpoint dapat dilakukan mengikuti yang terdapat pada SNI 8238:2016 pembahasan metode uji standar pada cawan terbuka Cleveland tentang titik nyala dan titik bakar

## **3.3 Metode analisis data**

Metode analisis data pada berikut ini merupakan bagaimana cara mencari karakteristik pada produk pirolisis yang dihasilkan

### **3.3.1 Nilai Kalor**

Berikut akan menunjukkan langkah mencari nilai kalor. Berikut akan dijelaskan langkahnya.

1. Alat Bom kalorimeter

2. Sampel ditimbang terlebih dahulu
3. Berat benang ditimbang
4. Berat kawat ditimbang
5. Sampel dimasukkan ke dalam reactor beserta benang dan kawat lalu diberi tekanan oksigen 15-20 bar
6. Lalu dimasukkan ke dalam bom calorimeter yang berisikan air 2 liter dengan pengaduk dan thermometer
7. Amati ketika suhu konstan dibom kalori untuk mendapatkan 1 detik konstan
8. Berikut perhitungan untuk mendapatkan nilai kalor

$$Q = w \times \frac{\Delta T}{g \times 1000}$$

Q = Nilai Kalor

w = Koef. panas calorimeter (Kal/°C)

$\Delta T$  = Selisih suhu

G = berat (gram)

### 3.3.2 Nilai Densitas

Berikut akan menunjukkan langkah mencari nilai densitas. Berikut akan dijelaskan langkahnya:

1. Mengukur berat wadah gelas beker
2. Mengukur volume minyak
3. Minyak dimasukkan ke wadah
4. Untuk mendapatkan berat minyak, berat wadah dikurangi dengan berat total yang ditimbang bersama minyak
5. Berikut perhitungan untuk mendapatkan nilai densitas

$$p = \frac{m}{v}$$

p = massa jenis

m = massa (gram)

v = volume (cm)

### 3.3.3 Nilai *Flash Point*

Berikut akan menunjukkan langkah mencari nilai flashpoint Berikut akan dijelaskan langkahnya:

1. Masukkan sampel ke dalam furnace



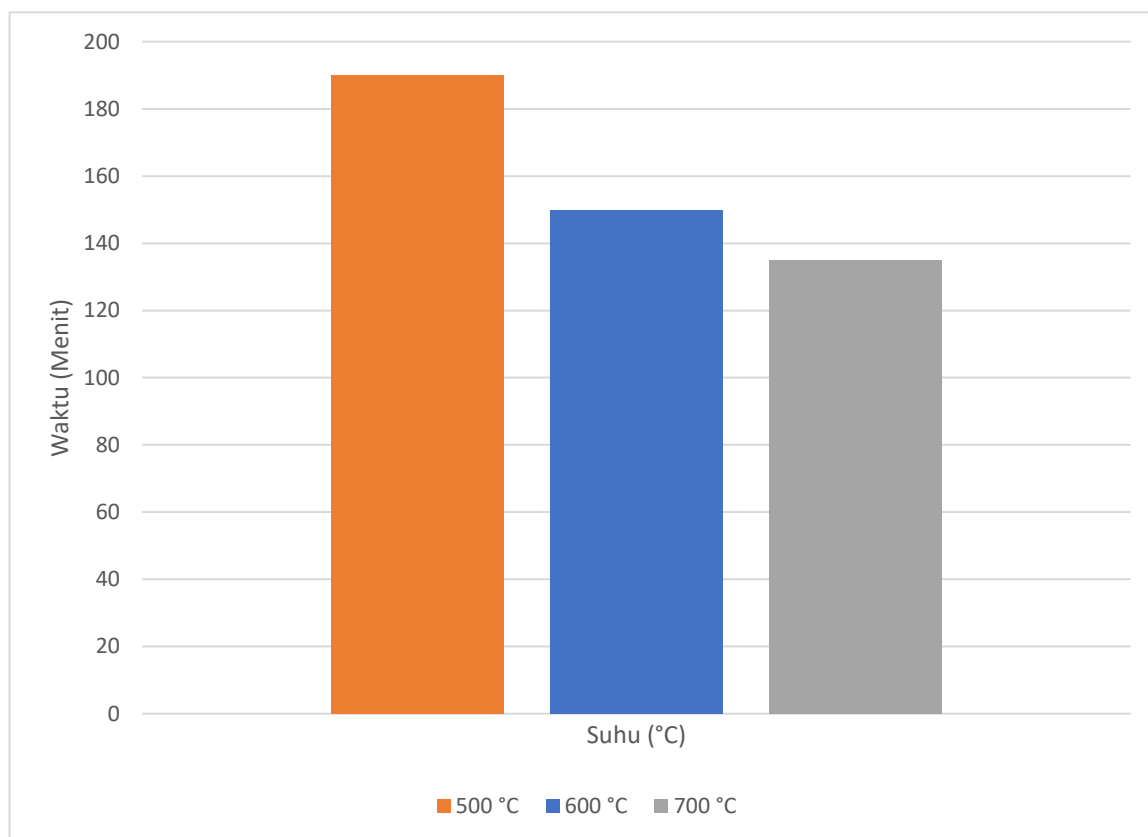
2. Hidupkan suhu pada furnace
3. Menaikkan suhu dengan cukup perlahan
4. Jika sudah mulai terlihat percikan api pada sampel maka catat pada suhu berapa percikan api pertama kali terlihat

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Proses Pirolisis Pada Variasi Suhu

Durasi pada proses pirolisis memiliki banyak variasi waktu pada suhu tertentu. Pengujian yang dilakukan pada sampel dan katalis diperlakukan sama agar tidak mempengaruhi hasil uji. Waktu dikatakan selesai apabila hasil dari proses pirolisis sampah plastik tidak keluar pada mesin. Berikut ditunjukkan grafik sebagai perbandingan waktu pada variasi suhu.



*Gambar 9 Perbandingan Suhu Terhadap Waktu*

Gambar 5 menampilkan pada variasi suhu menampilkan waktu yang berbeda pada suhu 500°C mencapai waktu 190 menit lamanya, pada suhu 600 °C mencapai waktu 150 menit, dan pada suhu 700°C mencapai waktu 135 menit. Membuktikan bahwa setiap suhu yang meningkat akan mempengaruhi waktu pada proses pirolisis. Pada penelitian pirolisis oleh Santoso besarnya suhu dapat mempengaruhi waktu.

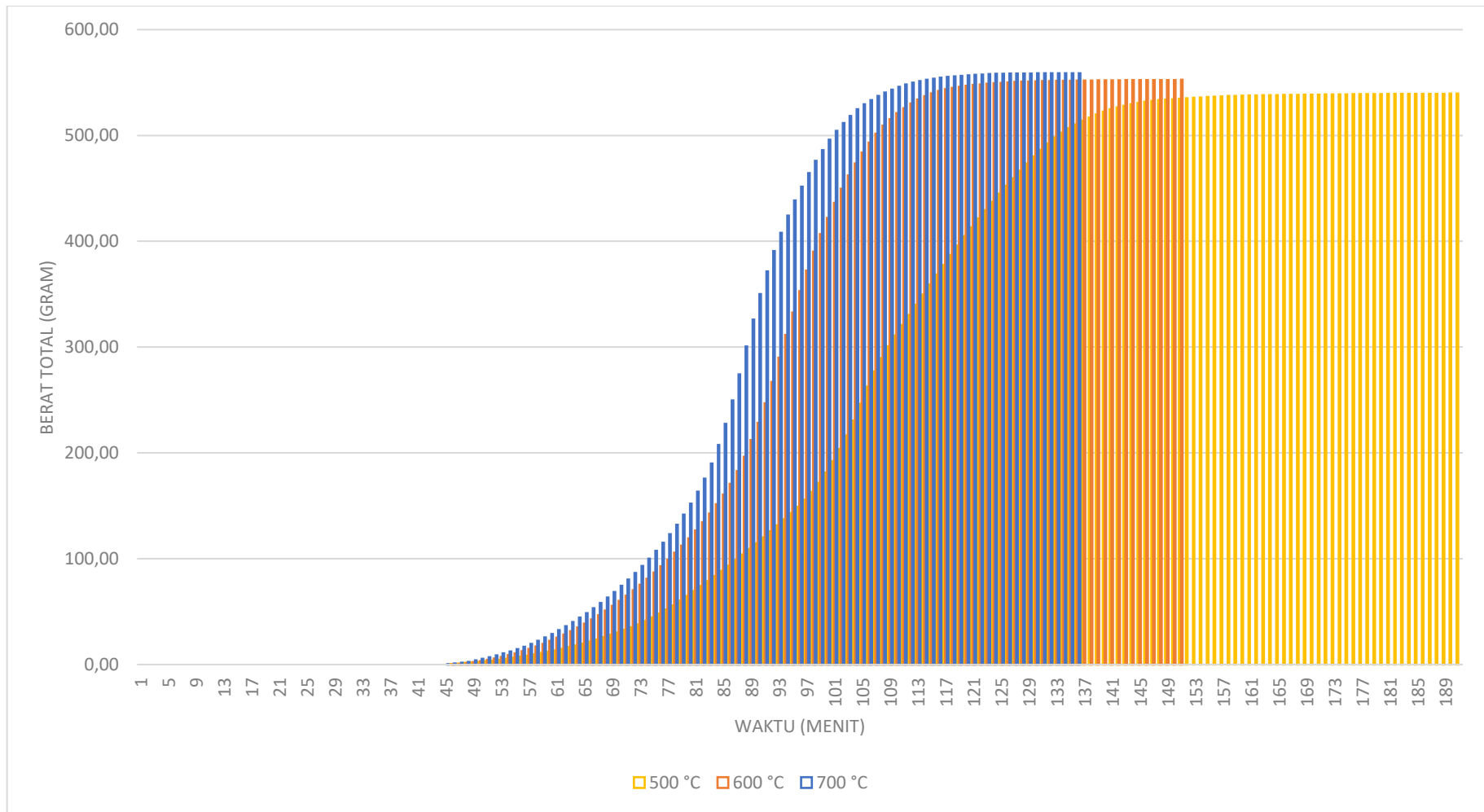
Perbedaan waktu juga bisa dipengaruhi pada beberapa factor lain yaitu, reactor yang digunakan, ruang reactor yang kosong, kebocoran pada reactor akibat human error, dan terhalangnya gas ke kondensor akibat volume katalis yang digunakan.

#### **4.2 Berat Puncak hasil Pirolisis**

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan produksi minyak yang dihasilkan dengan menghitung produk setiap menitnya dengan sampel sampah plastik mie instan PP. Untuk mengukur berat pada minyak digunakan timbangan digital dengan tingkat keakuratan 0,01 g. pengamatan dilakukan untuk mengetahui berat puncak yang dihasilkan saat proses pirolisis berjalan. Titik puncak yang akan diketahui ketika berat yang dihasilkan permenit turun dari berat menit sebelumnya (Prianto, 2018).

Pada gambar 6 menunjukkan bahwa pada suhu 500 °C bahwa pada menit 105 menghasilkan minyak sebanyak 16,31 gram untuk 1 menit titik puncaknya, pada suhu 600 °C bahwa pada menit 92 menghasilkan minyak sebanyak 22,94 gram untuk 1 menit titik puncaknya, dan pada suhu 700 °C bahwa pada menit 87 menghasilkan 26,29 gram untuk 1 menit titik puncaknya. Pada perbandingan grafik menunjukkan bahwa setiap suhu yang meningkat akan menghasilkan lebih banyak produk minyak disetiap menitnya.

Pada perbandingan ketiga grafik memiliki 1 menit yang berbeda disetiap berat puncak pada suhu 500 °C dimenit 105, pada suhu 600 °C dimenit 95, dan pada suhu 700 °C dengan suhu yang besar juga bukan hanya meningkatkan produksi pirolisis bahkan mempercepat waktu pirolisis. Berikut gambar ini akan menunjukkan perbandingan pada berat puncak, suhu dan waktu.



Gambar 10 Berat Total Dengan Variasi Suhu

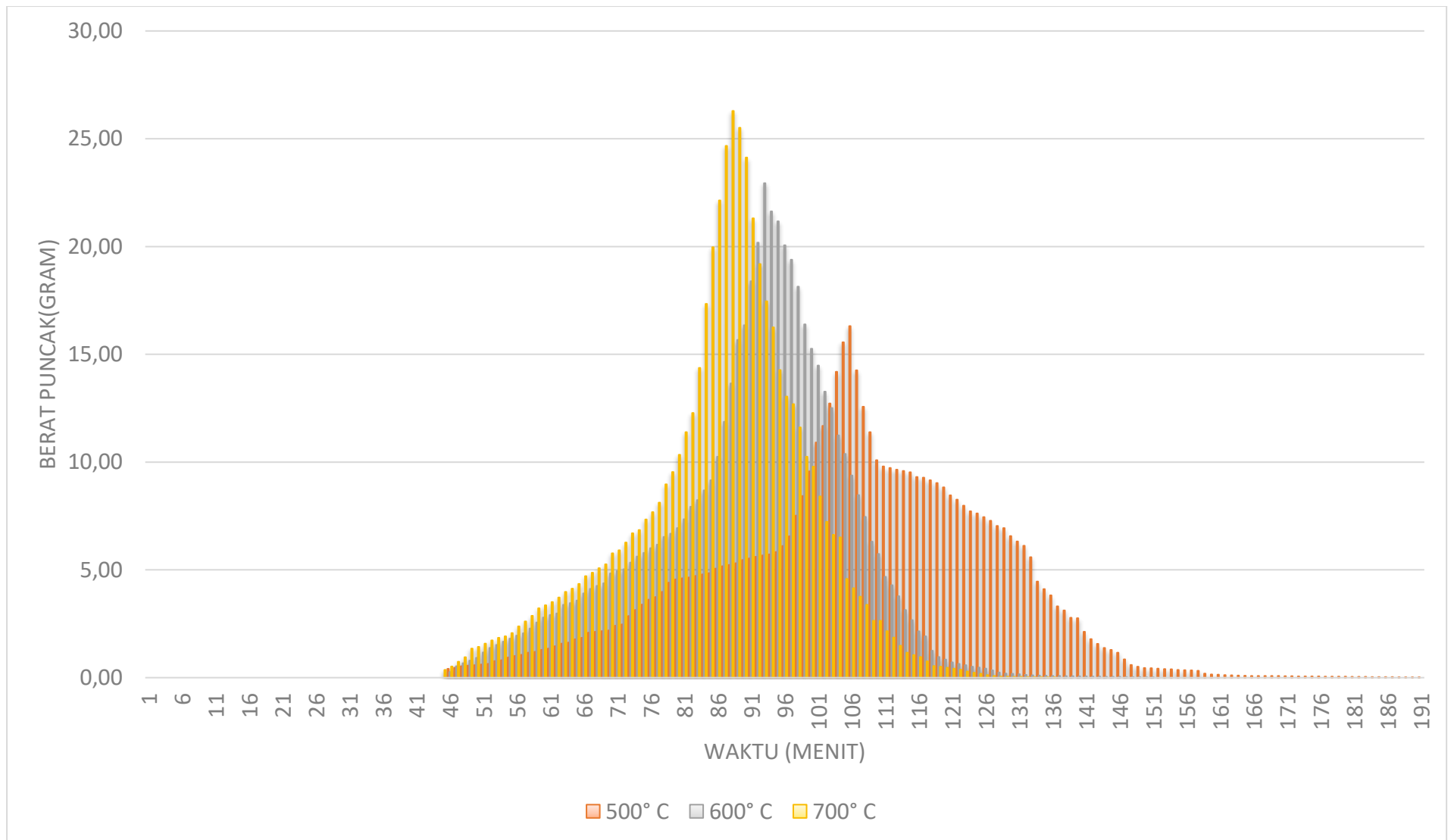
Pada penelitian yang dilakukan oleh Neysaputri (2022) variasi suhu yang digunakan suhu 450 °C dan suhu 500 °C. Pada suhu 450 °C nilai puncak yang dicapai titik puncak pirolisis mencapai 4,51 gram sedangkan pada suhu 500 °C berat puncak yang dicapai titik puncak pirolisis mencapai 9,34 gram. Pada penelitiannya peningkatan suhu berperan pada besar titik puncak yang dihasilkan.

#### **4.3 Kuantitas Hasil Pirolisis**

Produk total pirolisis merupakan hasil akhir produk yang dihasilkan ketika minyak tidak mengalir pada menit tertentu. Pada penelitian kali ini sampel akan ditimbang pada timbangan digital untuk mengetahui berat minyak total setelah minyak tidak mengalir atau menghasilkan lagi.

Pada Gambar 7 menunjukkan berat minyak di suhu 500°C menghasilkan minyak sebanyak 539,47 gram dengan lama waktu sekitar 190 menit berikutnya disuhu 600°C menunjukkan berat minyak sebanyak 552,51 gram dengan lama waktu sekitar 150 menit, dan pada suhu 700°C menunjukkan berat minyak sebanyak 558,86 gram dengan lama waktu sekitar 135 menit.

Berikut gambar berikut ini akan menunjukkan perbandingan pada suhu dan waktu.



Gambar 11 Berat Puncak Dengan Variasi Suhu

Pada gambar 7 menunjukkan bahwa suhu mempengaruhi total berat yang dihasilkan produk pada proses pirolisis walaupun hanya berbeda selisih sedikit. Begitupun dengan berat sampel yang digunakan pada penelitian kali ini. Katalis yang digunakan tidak mempengaruhi berat total tetapi menghambat proses pirolisis yang terjadi kali ini.

Begitupun penelitian yang dilakukan oleh Endang (2016) menyatakan bahwa perolehan yang didapat menggunakan jenis plastik PP dengan berat 500 gram pada suhu 250°C menghasilkan 122,6 gram, pada suhu 300 °C menghasilkan 199,6 gram dan pada suhu 400 °C menghasilkan 250 gram. Bahwa penelitiannya juga mendapatkan peningkatan produksi berdasarkan besarnya suhu yang diproses.

#### **4.4 Kualitas Parameter Hasil Minyak Pirolisis**

Hasil produk yang digunakan sebagai analisis suatu berat puncak pada pirolisis adalah minyak yang dihasilkan. Pada penelitian pirolisis kali ini digunakan katalis pasir merapi guna meningkatkan kualitas dan kuantitas pada minyak yang dihasilkan. Adapun beberapa kendala yang menyebabkan hasil pirolisis tidak maksimal akibat dari terhambatnya gas ke kondensor dan kebocoran akibat human error tidak menutup rapat pada reactor. Semua kendala tersebut menurunkan produksi minyak dari segi kualitas dan kuantitas.

Pada hasil produk pirolisis akan ditentukan melalui 3 parameter yaitu nilai kalor, densitas, dan *flashpoint* pada produk yang dihasilkan disetiap suhu 500°C, 600°C, dan 700°C. Pada setiap suhu setidaknya akan diuji sebanyak 3 kali pada setiap parameter untuk menunjukkan bahwa produk memiliki kemungkinan nilai parameter yang berbeda dan membuktikan sebagai perbandingan bahwa produk dapat digunakan sebagai alternatif bahan bakar atau tidak.

##### **4.4.1 Nilai Densitas**

Densitas atau massa jenis atau rapatan merupakan pengukuran massa setiap satuan volume dengan satuan standar pengukuran tertentu, seperti kg/m<sup>3</sup> atau g/cc (Abdurrojaq, 2021). Parameter nilai densitas penelitian ini akan di bandingkan dengan standar baku mutu Pertamina, dan SNI 7182:2015. Berikut akan ditampilkan tabel perbandingan.

*Tabel 4 Hasil Nilai Perbandingan Densitas plastik dan bahan lain*

<b>Bahan</b>	<b>Densitas (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Referensi</b>
PP 500°C	0,816	Penelitian Saat Ini
PP 600°C	0,822	Penelitian Saat Ini
PP 700°C	0,823	Penelitian Saat Ini
Bensin	0,778-1,198	SK Dirjen Migas No. 3675.K/24/DJM/2006
Solar	0,815-0,860	SK Dirjen Migas No. 3675.K/24/DJM/2006
Biodiesel	0,85 - 0,89	SNI 7182:2015

Pada tabel yang ditampilkan nilai pada penelitian kali menunjukkan nilai densitas pada sampel dengan suhu 500°C memiliki nilai densitas 0.816 gr/cm<sup>3</sup>, pada sampel dengan suhu 600°C memiliki nilai densitas 0,822 gr/cm<sup>3</sup>, dan pada sampel dengan suhu 700°C memiliki nilai densitas 0,823 gr/cm<sup>3</sup>. Ini membuktikan bahwa ketiga sampel dengan 3 variasi suhu yang berbeda dapat dikatakan memiliki nilai standar baku mutu yang cukup pada bensin dan solar, tetapi angka tersebut masih jauh bila disandingkan dengan nilai biodiesel dengan SNI 7182:2015.

Pada ketiga sampel dengan suhu variasi berbeda semuanya menggunakan katalis merapi yang artinya bahwa katalis tersebut tidak mempengaruhi nilai suatu produk pirolisis pada parameter nilai densitas.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Faiqul dan Indra (2022) dengan berat plastik sebanyak 1,2 kg pada variasi suhu 350 °C menghasilkan nilai densitas 0,805 gr/cm<sup>3</sup>, pada suhu 400 °C menghasilkan nilai densitas 0,813 gr/cm<sup>3</sup>, dan pada suhu 450 °C menghasilkan nilai densitas 0,882 gr/cm<sup>3</sup>.

Nilai densitas pada penelitian Santoso (2010) dan Sutrisno et al (2016) massa jenis plastik PP yang dihasilkan dengan metode pirolisis pada suhu 400°C dan 450°C mencapai 0,71-0,74 gr/cm<sup>3</sup> dan 0,7579 gr/cm<sup>3</sup>. Pada penelitiannya juga tidak mendapatkan nilai standar yang dapat disandingkan

#### **4.4.2 Nilai Kalor**

Nilai kalor bahan bakar adalah jumlah energi panas maksimum yang dibebaskan



oleh suatu bahan bakar melalui reaksi pembakaran sempurna persatuan massa atau volume bahan bakar tersebut (Tjokrowisastro dan Widodo, 1990).

Parameter nilai kalor penelitian ini akan di bandingkan dengan standar baku mutu Pertamina dan SNI 7182:2015. Berikut akan ditampilkan tabel sebagai perbandingan.

*Tabel 5 Hasil Nilai Perbandingan Kalor dengan BBM*

<b>Bahan</b>	<b>Nilai Kalor (Kal/gr)</b>	<b>Referensi</b>
PP 500°C	9659,3	Penelitian Saat Ini
PP 600°C	9533,49	Penelitian Saat Ini
PP 700°C	9473,27	Penelitian Saat Ini
Bensin	11414,45	SK Dirjen Migas No. 3675.K/24/DJM /2006
Solar	11106,33	SK Dirjen Migas No. 3675.K/24/DJM /2006
Biodiesel	-	-

Tabel di atas ditunjukkan sampel PP bersuhu 500°C memiliki nilai kalor sebesar 9659,3 kal/gr, berikutnya pada sampel PP bersuhu 600°C memiliki nilai kalor sebesar 9533,49 kal/gr, dan sampel PP bersuhu 700°C memiliki nilai kalor sebesar 9473,27 kal/gr. Penyebab penurunan nilai kalor ini diakibatkan peningkatan variasi suhu. Semua sampel tetap menggunakan katalis dan hasilnya jauh dari standar baku Pertamina pada bensin dan solar, untuk biodiesel tidak ditemukan secara pasti spesifikasi sebagai nilai standar kalor yang dibutuhkan.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Faiqul dan Indra (2022) dengan berat plastik sebanyak 1,2 kg pada variasi suhu 350 °C menghasilkan nilai kalor 12380,5 kal/gr, pada suhu 400 °C menghasilkan nilai densitas 12050,3 kal/gr, dan pada suhu 450 °C menghasilkan nilai densitas 11480,6 kal/gr.

Berdasarkan hasil penelitian Saparudin et al (2015) menggunakan variasi suhu 225°C dan 275°C. Dengan menghasilkan nilai kalor pada suhu 225°C sebanyak 3821,33 kal/gr dan pada suhu 275°C sebanyak 4252,67 kal/gr walaupun tidak memenuhi kriteria pada standar kalor akan meningkat berdasarkan besarnya suhu.

#### 4.4.3 Nilai *Flashpoint*

Parameter nilai *Flashpoint* penelitian ini akan di bandingkan dengan standar baku mutu Pertamina dan SNI: 04-7182-2015. Berikut akan ditampilkan tabel sebagai perbandingan.

Tabel 6 Hasil Nilai Perbandingan *Flash Point* dengan BBM

<b>Bahan</b>	<b><i>Flash Point</i> (°C)</b>	<b>Referensi</b>
PP 500°C	148	Penelitian Saat Ini
PP 600°C	154,66	Penelitian Saat Ini
PP 700°C	158,33	Penelitian Saat Ini
Bensin	-43	PT. Kualitas Indonesia Sistem
Solar	52	Standar B30
Biodiesel	>100	SNI: 04-7182-2015

Pada tabel yang ditunjukkan sampel PP bersuhu 500°C memiliki nilai *Flash Point* sebesar 148 °C, berikutnya pada sampel PP bersuhu 600°C memiliki nilai *Flash Point* sebesar 154,66°C, dan sampel PP bersuhu 700°C memiliki nilai *Flash Point* sebesar 158,33°C. Pada sampel juga diberlakukan menggunakan katalis dengan ketiga suhu yang berbeda hanya biodiesel saja yang memenuhi standar pada sampel. Pada bensin dan solar memiliki tingkat suhu yang rendah karena lebih mudah terbakar

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Faiqul dan Indra (2022) dengan berat plastik sebanyak 1,2 kg pada variasi suhu 350 °C menghasilkan nilai flash point 46,5 °C, pada suhu 400 °C menghasilkan nilai flash point 48,1 °C, dan pada suhu 450 °C menghasilkan nilai densitas 51,05 °C.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Nasrun (2015), dengan menggunakan variasi suhu 280°C, 290°C, dan 300°C. Dengan hasil penelitian yang didapat pada suhu 280°C menghasilkan nilai *flash point* 30°C, pada suhu 290°C menghasilkan nilai *flash point* 44°C dan pada suhu 300°C menghasilkan nilai *flash point* 58°C. dengan nilai yang belum dapat disandingkan pada peningkatan suhu nilai *flash point* juga ikut meningkat.

Jika penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya memiliki nilai flashpoint lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Nasrun dan Faiqul beserta Indra lebih rendah karena pada penelitian yang sudah dilakukan menggunakan katalis yang menyebabkan tingginya nilai flashpoint

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Penelitian kali ini sampel plastik berjenis PP dengan menggunakan katalis pasir merapi tidak cukup mempengaruhi dalam parameter nilai kalor, densitas, dan *Flash Point*. Tetapi, cukup menyebabkan masalah pada tersumbatnya proses pirolisis yang terjadi. Kuantitas produksi yang dihasilkan dapat dipengaruhi oleh seberapa banyak sampel yang digunakan dan suhu yang dipakai produk total paling tinggi dicapai pada suhu 700°C dengan berat 558,86 gram dan berat puncak mencapai 26,29 gram.

Nilai karakteristik yang dihasilkan pada suhu 700°C dengan nilai kalor sebesar 9573,27 Kal/gr, nilai densitas sebesar 0,823 gr/cm<sup>3</sup>, dan nilai *flash point* sebesar 158,33°C. Kualitas pada pirolisis dengan sampel berjenis PP masih terbilang jauh dari kata memenuhi standar yang beredar terutama pada nilai kalor yang kurang dari kriteria. Tetapi, plastik PP dapat disandingkan dengan bensin, solar dan biodiesel dengan nilai densitas yang memenuhi nilai standar, sedangkan pada *flash point* hanya biodiesel saja yang memenuhi kriteria dikarenakan pada bensin dan solar yang memiliki tingkat suhu yang sangat rendah terutama bensin

#### 5.2 Saran

Pada penelitian kali ini disarankan melakukan penelitian dengan hati hati untuk memperbaiki kesalahan pada penelitian dan perlakuan pada reactor yang menyebabkan kebocoran ketika proses pirolisis. Katalis merapi disini masih perlu dipertanyakan dan dilakukan penelitian lebih lanjut dikarenakan penggunaan katalis menghambat proses pirolisis. Dikemudian hari berharap nantinya plastik berjenis PP ini dapat disandingkan dengan BBM lainnya sebagai alternatif untuk mengurangi limbah sampah yang terjadi

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrojaq, Nurmajid, dkk. 2021. *Perbandingan Uji Densitas Menggunakan Metode ASTM D1298 Dengan ASTM D4052 Pada Biodiesel Berbasis Kelapa Sawit*. Jakarta Selatan: LEMIGAS.
- Andarini, N. & Purwo, S. H. D. 2009. *Konversi Plastik Menjadi Senyawa Fraksi Bahan Bakar Cair Melalui Reaksi Perengkahan Katalitik Dengan Katalis (II)/H5NZA*. Saintifika, 11(2), 171-180.
- Aprian, R., Munawar, A., 2011. *Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Minyak Menggunakan Proses Pirolisis*. Jawa Timur: Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”
- A.S Chaurasia., B.V, Babu. 2005. Modeling & Simulation of Pyrolysis of Biomass: Effect of Thermal Conductivity, Reactor Temperatur and Particle Size on Product Concentrations. Pilani, India.
- Bayu D.I.M. 2013. *Pengetahuan mendaur ulang sampah rumah tangga dan niat mendaur ulang sampah*. Jurnal Studi Manajemen dan Organisasi; Vol 10, No 1; Hal 1-12.
- Bridgwater, A. V. 1980. *Resource Recovery and Conservation. Waste Inceneration and Pyrolysis*. 5(1):99-115.
- Budiyantoro, C. 2010. *Thermoplastik Dalam Industri*. Surakarta: Teknik Media.
- Das, S. dan Pande, S. 2007. *Pyrolysis and Catalytic Cracking of Municipal Plastik Waste for Recovery of Gasoline Range Hydrocarbons*. Thesis. Chemical Engineering Department National Institute of Technology Rourkela.
- Endang, K., Mukhtar, G., Nego, A., dan Sugiyana, F.X.A. 2016. *Pengolahan Sampah Plastik dengan Metoda Pirolisis menjadi Bahan Bakar Minyak*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia di Yogyakarta, 17 Maret 2016, ISSN 1693-4393.
- Gao, Feng. 2010. *Pyrolysis of Waste Plastiks into Fuels*. University of Canterbury. Christchurch: Univerity of Canterbury
- Gourmelon, G. (2015). *Global Plastik Production Rises, Recycling Lags*. WorldWatch Institute, pp. 1–7.
- Hidayat, F.F.D dan Siregar, 2022, *Uji Karakteristik Minyak Pirolisis Berbahan Baku Limbah Plastik Polypropylene*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya
- Kadir. 2012. *Kajian Pemanfaatan Sampah Plastik Sebagai Sumber Bahan Bakar Cair*. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Universitas Haluoleo. 2012, 3, (2), 223-228.
- Kusumastuti, E. 2012. Pemanfaatan Abu Vulkanik Merapi Sebagai Geopolimer (Suatu Polimer Anorganik Aluminosilikat). Semarang: Universitas Negeri Semarang.

- Mahardika, E.R. 2019. *Pengaruh Temperatur Terhadap Pembentukan Fuel Oil Hasil Pirolisis Plastik Polypropylene (PP)*. Malang: Universitas Brawijaya
- Manik K.E.S, 2003. *Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Djambatan. Jakarta.
- Miandad, R., Barakat, M. A., Aburizaiza, A. S., Rehan, M., & Nizami, A. S. (2016). *Catalytic pyrolysis of plastik waste: A review. Process Safety and Environmental Protection*, 102, 822–838.
- Prianto, D. W. (2018). *Pirolisis Sampah Plastik Bungkus Mie Instan dengan Memanfaatkan Abu Vulkanik Gunung Merapi sebagai Katalis*. D.I. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Purwaningrum, Pramati. 2016. *Upaya Mengurangi Timbulan Sampah Plastik Di Lingkungan*. Jakarta: Universitas Trisakti
- Ramadhan P, Aprian dan Munawar Ali. 2012. *Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Minyak Menggunakan Proses Pirolisis*. Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Pembangunan Nasional Veteran: Jawa Timur.
- Saparudin, dkk. 2015. *Pengaruh Variasi Temperatur Pirolisis Terhadap Kadar Hasil Dan Nilai Kalor Briket Campuran Sekam Padi-Kotoran Ayam*. NTT: Universitas Mataram.
- Santoso, Joko. 2010. *Uji Sifat Minyak Pirolisis Dan Uji Performasi Kompor Berbahan Bakar Minyak Pirolisis Dari Sampah Plastik*. Surakarta:Univeritas Sebelas Maret
- Sutrisno. Heriyanti. & Bemis, R. 2016. Karakteristik Minyak dari Sampah Plastik Polipropilen dan Pemanfaatannya sebagai Bahan Bakar Alternatif, Prosiding SEMIRATA Bidang MIPA 2016; BKS-PTN Barat, Palembang 22- 24 Mei 2016. ISBN: 978-602-71798-1-3.
- Thorat, P.V. Warulkara, S & Sathone, H. (2013). Thermofuel – *Pyrolysis of waste plastik to produce Liquid Hydroocarbons*. *Advances in Polymer Science and Technology: An International Journal*, 3(1), 14-18
- Tjokrowisastro, E.H., dan Widodo, B.U.K. 1990. *Teknik Pembakaran Dasar dan Bahan bakar*. Suarabaya: ITS.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 (NILAI KALOR)

Lampiran ini akan menunjukkan langkah mencari nilai kalor. Berikut akan dijelaskan langkahnya.

9. Alat Bom calorimeter
10. Sampel ditimbang terlebih dahulu
11. Berat benang ditimbang
12. Berat kawat ditimbang
13. Sampel dimasukkan ke dalam reactor beserta benang dan kawat lalu diberi tekanan oksigen 15-20 bar
14. Lalu dimasukkan ke dalam bom calorimeter yang berisikan air 2 liter dengan pengaduk dan thermometer
15. Amati ketika suhu konstan dibom kalori untuk mendapatkan 1 detik konstan
16. Berikut perhitungan untuk mendapatkan nilai kalor

$$Q = w \times \frac{\Delta T}{g \times 1000}$$

Q = Nilai Kalor

w = Koef. panas calorimeter (Kal/°C)

$\Delta T$  = Selisih suhu

G = berat (gram)

### Lampiran 2 (DENSITAS)

Lampiran ini akan menunjukkan langkah mencari nilai densitas. Berikut akan dijelaskan langkahnya:

6. Mengukur berat wadah gelas beker
7. Mengukur volume minyak
8. Minyak dimasukkan ke wadah
9. Untuk mendapatkan berat minyak, berat wadah dikurangi dengan berat total yang ditimbang bersama minyak
10. Berikut perhitungan untuk mendapatkan nilai densitas

$$p = \frac{m}{v}$$

p = massa jenis

m = massa (gram)

v = volume (cm)

### Lampiran 3 (FLASH POINT)

Lampiran ini akan menunjukkan langkah mencari nilai flashpoint Berikut akan dijelaskan langkahnya:

5. Masukkan sampel ke dalam furnace
6. Hidupkan suhu pada furnace
7. Menaikkan suhu dengan pelan
8. Jika sudah mulai terlihat percikan api pada sampel maka catat pada suhu berapa percikan api pertama kali terlihat

### LAMPIRAN GAMBAR



*Pembuatan Katalis*



*Proses Pirolisis dengan Mesin*



*Hasil Dari Sampel Pirolisis*





*Penimbangan Furnace*