

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

##### **3.1.1 Waktu Penelitian**

Penelitian pirolisis dilakukan pada bulan Agustus 2017.

##### **3.1.2 Tempat Penelitian**

Pengujian pirolisis, viskositas, densitas, *flash point* dan nilai kalor minyak hasil pengujian pirolisis dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

#### **3.2 Bahan Penelitian**

Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain :

##### **3.2.1 Plastik Aluminium Foil**

Plastik aluminium foil yang digunakan sebagai bahan baku pada penelitian ini merupakan sampah pembungkus makanan dan minuman (sachet). Menurut Yuriandala (2016) plastik aluminium foil termasuk kedalam golongan sampah kemasan yang berbahan baku plastik jenis LDPE (Low Density Polyethylene) dan OPP (Oriented Polypropylene), nilai kalor sampah kemasan berkisar 8.958,2 Cal/gr. Sebelum dilakukan pengujian sampah plastik yang digunakan dipotong dengan ukuran 8x8 cm lalu dicuci dan dikeringkan terlebih dahulu.



Gambar 3.1 Plastik Aluminium Foil

### 3.2.2 *Liquefied Petroleum Gas (LPG)*

LPG digunakan sebagai bahan bakar untuk membakar sampah plastik yang ada didalam reaktor saat pengujian dilakukan. penggunaan gas LPG dengan ukuran 3 kg agar lebih memudahkan pemasangan didalam alat pirolisis. LPG 3 kg mempunyai berat kosong 5 kg dan pada saat berisi memiliki berat 8 kg. Tabung gas yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.2.



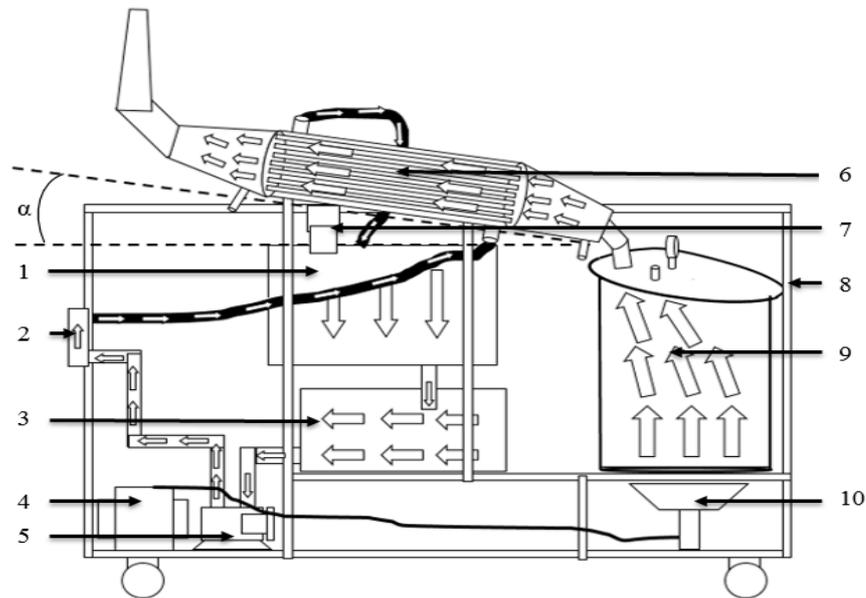
Gambar 3.2. Tabung LPG 3 kg

### 3.2.3 *Air Pendingin*

Air pendingin berguna untuk mendinginkan asap pada saat pengujian pirolisis dilakukan, agar dapat mengubah gas menjadi bahan bakar minyak yang berbentuk cairan.

### 3.3 *Alat Penelitian*

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat pirolisis sederhana dengan sistem pembakaran menggunakan gas LPG dan pendingin air. Alat pirolisis ini dilengkapi dengan kondensor yang bisa diatur kemiringannya mulai dari  $0^\circ$ ,  $15^\circ$  dan  $30^\circ$ , sehingga dapat diketahui pengaruhnya pada proses pirolisis plastik dengan debit air pendingin 12 LPM. Gambar dan skema alat pirolisis dapat dilihat pada Gambar 3.3 dan 3.4 berikut :



Gambar 3.3 Skema Alat Pirolisis

Keterangan gambar :

1. Radiator
2. *Flow meter*
3. Penampung air
4. Gas LPG
5. Pompa air
6. Kondensor
7. *Thermo reader*
8. Kerangka
9. Reaktor
10. Kompor

Simbol  $\alpha$  adalah sudut kemiringan kondensor yang terdiri dari 3 variasi sudut yaitu sudut  $0^\circ$ ,  $15^\circ$  dan  $30^\circ$  yang bisa diatur sesuai dengan kebutuhan penelitian.



Gambar 3.4 Alat Pirolisis

### 3.3.1 Bagian-bagian Alat Pirolisis

Alat pirolisis yang digunakan terdiri dari berbagai alat yang digabungkan, antara lain :

### 3.3.2 Pompa Air

Pompa air digunakan untuk mendorong air dari tabung penampung air menuju kondensor sehingga air dapat bersirkulasi dan dapat mendinginkan asap yang masuk ke dalam kondensor. Pompa air dapat dilihat pada Gambar 3.5.

Tabel 3.1. Spesifikasi pompa air

Spesifikasi	
Model	Shimizu PS-128 BU
Tegangan	220 V
Putaran	2900 rpm
Ketinggian semburan	Maks. 9 meter
Debit semburan (Q)	10-18 LPM
Temperatur air	Maks. 40°C
Pipa hisap dan dorong	1" (25mm)



Gambar 3.5. Pompa Air

### 3.3.3 Kompor

Kompor digunakan untuk memanaskan tabung reaktor yang berisi plastik yang akan dipirolisis. Kompor yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.6.

Tabel 3.2. Spesifikasi kompor

Spesifikasi	
Tungku	1 Lingkar api
Model	Bulat
Bahan tungku	Besi cor
Pemantik	Non otomatis
Tekanan	Tinggi
Tabung gas	3 dan 12 kg
Made in	Indonesia



Gambar 3.6 Kompor Gas

### 3.3.4 Gelas Ukur

Gelas ukur digunakan untuk menampung dan mengukur volume minyak hasil pirolisis. Gelas ukur yang digunakan yaitu berukuran 1000 ml.



Gambar 3.7 Gelas Ukur

### 3.3.5 Timbangan Digital

Timbangan digital yang digunakan yaitu timbangan gantung dan timbangan duduk. Timbangan gantung digunakan untuk mengukur berat gas sebelum dan sesudah pengujian, sedangkan timbangan duduk digunakan untuk mengukur bahan

baku yang akan digunakan yaitu limbah plastik, abu sisa pembakaran setelah percobaan, dan mengukur massa minyak plastik hasil pirolisis. Timbangan gantung memiliki kapasitas maksimal 50 kg dengan ketelitian 10 gram, sedangkan timbangan duduk memiliki kapasitas maksimal 5 kg dengan ketelitian 1 gram. Timbangan digital yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.8 dan 3.9.



Gambar 3.8. Timbangan Digital Gantung



Gambar 3.9. Timbangan Digital Duduk

### 3.3.6 *Stopwatch*

*Stopwatch* digunakan untuk mengukur lama waktu yang diperlukan untuk melakukan percobaan.

### 3.3.7 *Thermo Reader*

*Thermo reader* digunakan untuk membaca suhu dari *thermocouple* yang ada pada kondensor dan reaktor. Suhu yang diukur ada 5 titik yaitu : lubang masuk air

pendingin, lubang keluar air pendingin, lubang masuk asap dari reaktor, lubang keluar asap dari kondensor dan bagian dalam reaktor. *Thermo reader* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.10.

Tabel 3.3. Spesifikasi *Thermo reader*

Spesifikasi	
Model	HT-9815
Pembacaan suhu	°C/°F/K
Pembacaan LCD	4 suhu <i>thermocouple</i> tipe-K
Range temperatur	-200°C~1372°C (328°F~2501°F)
Resolusi suhu tipe-K	< 1000°C: 0,1 °C/°F/K > 1000°C: 1 °C/°F/K
Dimensi alat	200 x 85 x 38 mm
Berat alat	230 gram



Gambar 3.10 *Thermoreader*

### 3.3.8 *Flow Meter*

*Flow meter* yaitu suatu alat yang berfungsi untuk mengatur debit aliran *fluida*. Untuk *flow meter* yang digunakan dengan satuan debit aliran 1-5 GPM / 2-18 LPM dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 *Flow Meter*

### 3.3.9 Radiator

Radiator berfungsi untuk mendinginkan air setelah digunakan di kondensor. Untuk radiator yang digunakan adalah radiator mobil toyota rush tahun 2008 dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12. Radiator

### 3.3.10 Tabung Air Pendingin

Tabung air pendingin digunakan untuk menampung air pendingin yang digunakan dalam sistem pendinginan atau kondensasi. Tabung air yang digunakan berdiameter 35 cm dan panjang 50 cm dapat dilihat pada Gambar 3.13.



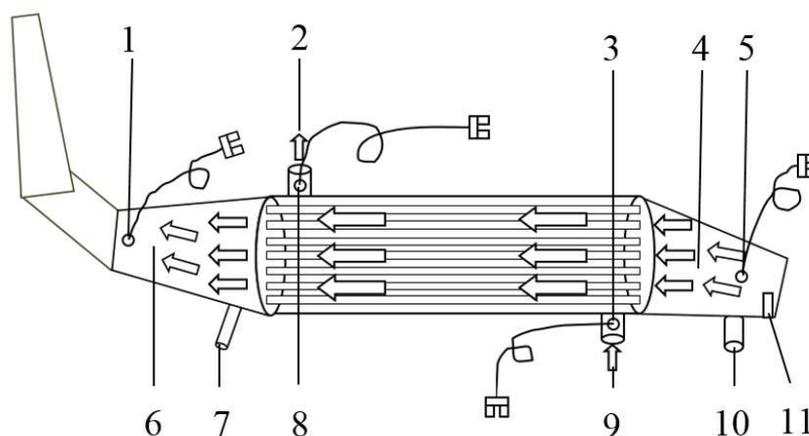
Gambar 3.13. Tabung Air Pendingin

### 3.3.11 Kondensor

Kondensor digunakan untuk mengkondensasi asap menjadi minyak. Asap mengalir di pipa-pipa tembaga di dalam kondensor, kemudian air yang mengalir disekitarnya akan mendinginkan pipa tembaga sekaligus asap yang mengalir didalamnya sehingga terkondensasi menjadi minyak.. Gambar alat dan skema kondensor dapat dilihat pada Gambar 3.14 dan 3.15 berikut :



Gambar 3.14. Kondensor



Gambar 3.15. Skema Kondensor

Keterangan gambar :

1. T4
2. Lubang keluar air pendingin
3. T2
4. Aliran asap masuk
5. T1
6. Aliran asap keluar
7. Lubang keluar minyak
8. T3
9. Lubang masuk air pendingin
10. Lubang keluar minyak
11. Penghenti jalur minyak

Kondensor berdiameter 20 cm dan panjang 50 cm. Pipa tembaga yang ada di dalam kondensor berjumlah 18 dan masing-masing berukuran 3/8 inch.



(a)



(b)

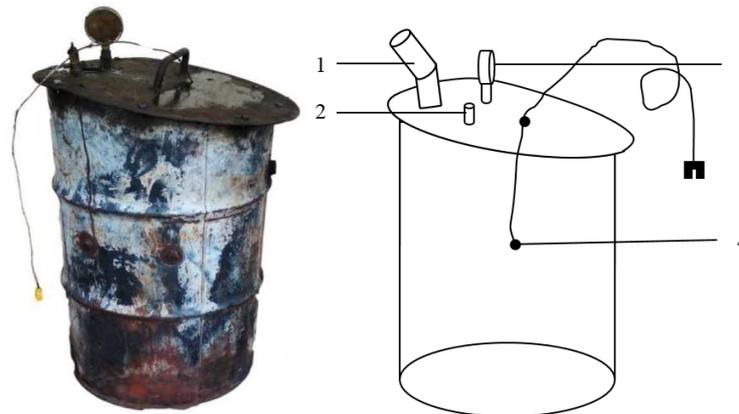


(c)

Gambar 3.16. Variasi sudut kondensor (a) sudut  $0^\circ$ , (b) sudut  $15^\circ$ , dan (c) sudut  $30^\circ$ .

### 3.3.12 Reaktor

Reaktor berfungsi untuk menampung bahan yang akan dipirolisis. Reaktor berdiameter 46 cm dan tinggi 60 cm.



Gambar 3.17. Reaktor

Keterangan gambar :

1. Lubang keluar asap
2. *Safety valve*
3. *Pressure gauge*
4. T5

### 3.3.13 *Viscometer NDJ 8S*

*Viscometer NDJ 8S* merupakan *viscometer* digital yang digunakan untuk mengukur viskositas suatu zat cair. Minyak hasil pirolisis akan dilakukan pengujian

viskositas untuk mengetahui tingkat kekentalannya. *Viscometer* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.18.

Tabel 3.4. Spesifikasi Alat *Viscometer*

Spesifikasi	
Model	NDJ-8S
Rentang pengukuran	1~2 x 10 <sup>6</sup> mPa.s
Jenis rotor	1#, 2#, 3#, dan 4#
Kecepatan rotor	0,3., 0,6., 1,5., 3., 6., 12., 30., dan 60 rpm
Ketelitian pengukuran	± 5% (Newton cair)
Sumber tenaga	220V ± 10% 50z ± 10%
Suhu lingkungan	5°C~ 35°C
Kelembapan relatif	≤ 80 %.



Gambar 3.18. *Viscometer* NDJ 8S

Keterangan gambar :

1. LCD
2. Tombol pengoperasian
3. Rotor
4. Rotor *connector*
5. *Base* (dudukan)
6. Penyesuai tingkat *knob*
7. Level *indicator*
8. *Housing*
9. *Bracket* (pelindung)

### 3.3.14 Timbangan Digital (Densitas)

Densitas / massa jenis adalah ukuran massa setiap volume benda. Semakin tinggi densitasnya maka semakin besar juga massa di setiap volumenya. Densitas dapat diketahui dengan mengukur volume dan menimbang beratnya. Rumus densitas adalah  $\rho = \frac{m}{V}$  dengan  $\rho$  adalah densitas,  $m$  adalah massa dan  $V$  adalah volume. Alat yang digunakan untuk mengukur densitas dalam penelitian ini adalah timbangan digital dapat dilihat pada Gambar 3.19.

Tabel 3.5. Spesifikasi alat densitas

Spesifikasi	
Merk	FUJITSU
kapasitas	2000 gram
ketelitian	0,1 gram
Ukuran penampang	156 x 156 mm



Gambar 3.19. Timbangan Digital (Densitas)

### 3.3.15 *Flash Point Tester*

*Flash point* merupakan pengujian untuk mengetahui berapa titik nyala suatu zat. *Flash point tester* dapat dilihat pada Gambar 3.20.



Gambar 3.20. *Flash Point Tester*

### 3.3.16 *Calorimeter*

*Calorimeter* merupakan alat yang digunakan untuk mengukur berapa kalori yang dihasilkan suatu cairan per gram. *Calorimeter* yang dipakai adalah *Parr 6050 Calorimeter* dengan panjang 27 cm, lebar 45 cm dan tinggi 42 cm. *Calorimeter* ini mempunyai presisi 2% dan dapat melakukan 4-6 uji kalori per jam. *Calorimeter* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.21.



Gambar 3.21. *Calorimeter*

### 3.3.17 Gunting

Gunting digunakan untuk memotong limbah plastik aluminium foil agar ukurannya menjadi kecil-kecil sehingga mempercepat proses pembakaran pada saat penelitian. Dapat dilihat pada Gambar 3.22.



Gambar 3.22. Gunting

### 3.3.18 Pipa dan Selang Air

Pipa dan selang air digunakan untuk mengalirkan air pendingin dari tabung air menuju kondensor pada saat alat pirolisis berjalan. Pipa menggunakan pipa jenis PVC (*polyvinyl chloride*) berdiameter 1 inci dan selang menggunakan selang nylon berdiameter 1 inci. Selang juga digunakan untuk mengalirkan minyak hasil pirolisis ke penampung sementara yang berdiameter 3/8 inci.

### 3.4 Parameter Penelitian

Parameter pada penelitian ini antara lain :

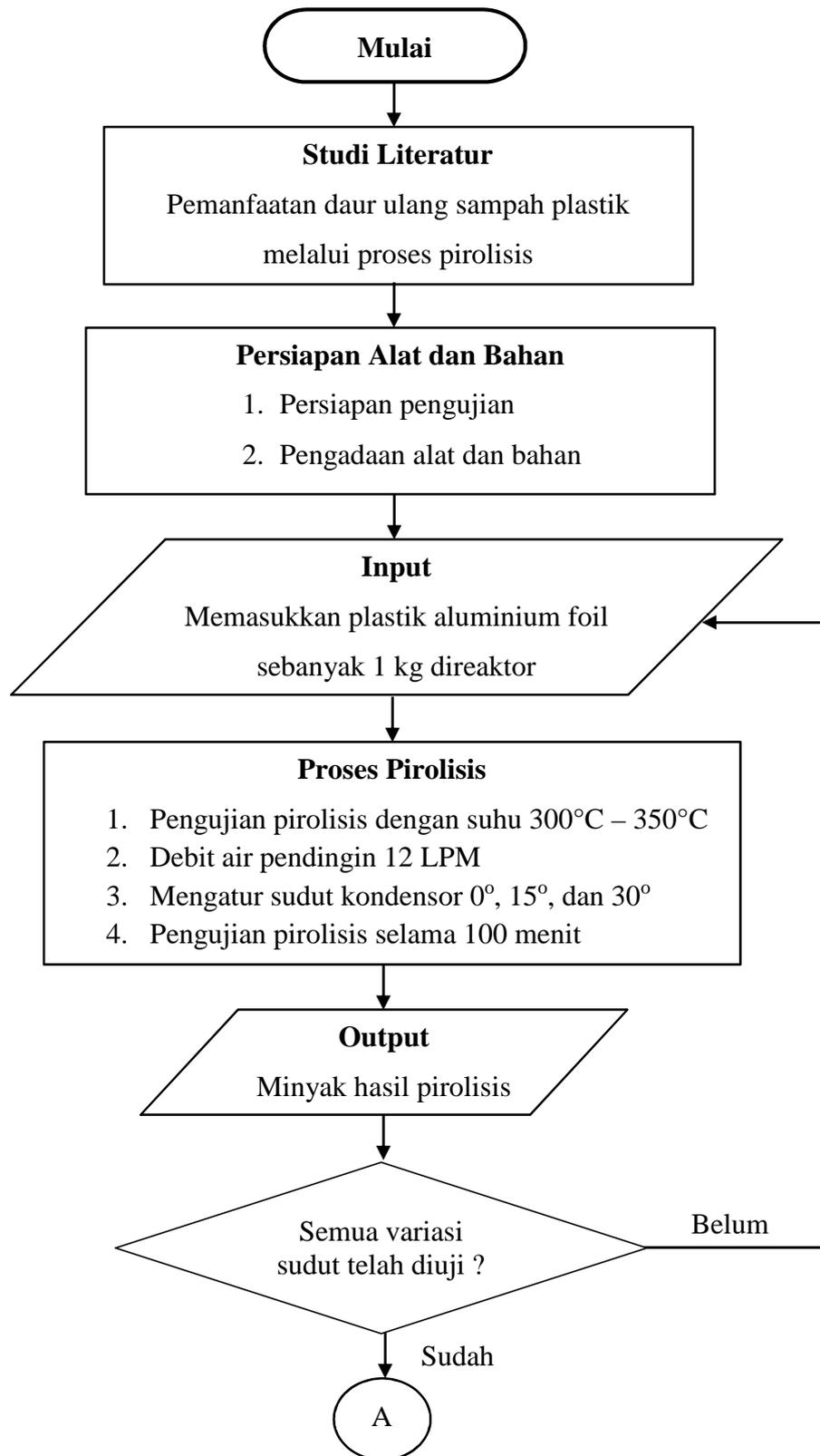
1. Efektivitas variasi sudut yang digunakan dalam percobaan dari hasil minyak yang dihasilkan.
2. Efektivitas variasi sudut yang digunakan terhadap perpindahan panas dalam percobaan
3. Efektivitas variasi sudut terhadap sisa abu dari hasil percobaan.

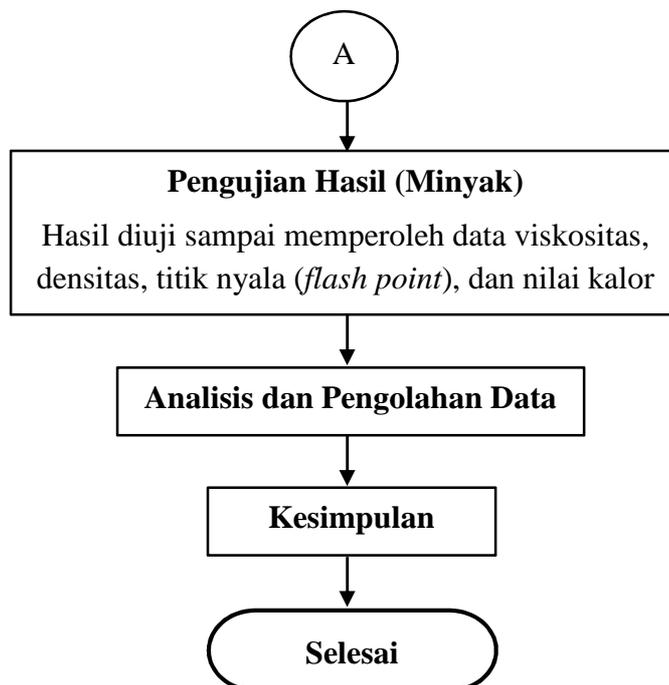
### 3.5 Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan dengan metode observasi efisiensi kerja kondensor dengan melihat hasil minyak pirolisis sampah plastik yang dihasilkan dan melihat efektivitas proses perpindahan panas yang terjadi di dalam kondensor. Proses penelitian dimulai dengan pembakaran plastik yang terjadi di dalam tabung reaktor. Tabung reaktor diberi sampah plastik aluminium foil dengan massa 1 kg kemudian dipanaskan di dalam tabung reaktor dengan suhu 300°C - 350°C dalam jangka waktu kurang lebih 100 menit dan dijaga pada tekanan 1 atm. Setelah pemanasan berjalan selanjutnya uap plastik akan diembunkan di dalam kondensor dengan arah aliran air searah dengan aliran uap (*parallel flow*). Kemudian minyak plastik hasil pengembunan kondensor akan ditampung dan dibandingkan setiap 10 menit. Perbandingan hasil minyak plastik dengan massa sampah plastik sebelum diperlakukan proses pemanasan akan memberikan nilai efisiensi kondensor berdasarkan hasil pirolisis. Proses perpindahan panas yang terjadi di dalam kondensor akan diamati pada setiap 10 menit. Nilai laju perpindahan panas yang terjadi di dalam kondensor akan dibandingkan untuk menentukan efektivitas kondensor berdasarkan proses perpindahan panasnya.

### 3.6 Proses Penelitian

Tahap penelitian yang dilakukan dalam rangka mengumpulkan data hingga penyelesaian masalah dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.23 berikut:





Gambar 3.23. Diagram Alir Pengujian

### 3.6.1 Persiapan Sebelum Percobaan

Hal-hal yang perlu disiapkan sebelum percobaan adalah sebagai berikut :

1. Dalam suatu penelitian, peneliti harus melakukan studi kasus terlebih dahulu. Studi ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana perkembangan pirolisis ini. Melihat dari masih banyaknya sampah plastik yang ada dan hanya sedikit yang dimanfaatkan menjadi kerajinan dan sebagian besar dibakar begitu saja, maka dapat disimpulkan bahwa sampah plastik belum terdaur ulang dengan baik. Selain dari faktor plastik, penelitian ini juga menemukan bahwa proses pirolisis plastik bisa didaur ulang menjadi minyak yang bisa dimanfaatkan lagi menjadi bahan bakar alternatif. Alat pirolisis yang ada masih menemui hambatan-hambatan sehingga tidak efisien dalam mengolah sampah plastik.
2. Sebelum alat pirolisis dibuat, yang pertama dilakukan adalah membuat desain yang cocok untuk alat yang nantinya dibuat dan dilakukan percobaan. Dibuat juga analisa awal tentang bagaimana alat tersebut agar nantinya lebih maksimal.

3. Mempersiapkan alat-alat yang digunakan dalam proses pirolisis plastik. Merangkai seluruh perlengkapan alat pirolisis yang terdiri dari reaktor dan kelengkapannya, pipa penghantar, kondensor dan kelengkapannya, penampung minyak hasil pirolisis dan saluran air pendingin beserta kelengkapannya pada kerangka besi yang sudah disiapkan.
4. Mempersiapkan bahan, yaitu plastik aluminium foil.
5. Memotong limbah plastik aluminium foil dengan ukuran 8x8 cm.
6. Membersihkan sampah plastik aluminium foil dari kontaminan lain menggunakan air.
7. Mengeringkan sampah plastik aluminium foil, dan pastikan plastik kering dan tidak meninggalkan air maupun kotoran lainnya.
8. Menimbang sampah plastik aluminium foil seberat 1 kg.

### **3.6.2 Proses Pirolisis Plastik**

Langkah-langkah yang dilakukan saat proses pirolisis antara lain :

1. Masukkan plastik ke dalam reaktor dan mengatur kemiringan kondensor dengan sudut  $0^\circ$ .
2. Menyalakan kompor untuk membakar plastik di reaktor.
3. Menghidupkan pompa air pendingin agar proses air mengalir ke kondensor dan mendinginkan asap.
4. Mengatur debit air pendingin menjadi 12 LPM.
5. Menghidupkan *thermometer* untuk mengetahui suhu masuk air, suhu keluar air, suhu masuk asap, suhu keluar asap di kondensor dan suhu reaktor.
6. Mengamati dan mencatat suhu masuk dan keluar air pendingin setiap 10 menit.
7. Mengamati dan mencatat suhu masuk dan keluar asap hasil percobaan setiap 10 menit.
8. Mengamati dan mencatat suhu reaktor setiap 10 menit.
9. Mengamati dan mencatat banyaknya minyak plastik yang dihasilkan setiap 10 menit.
10. Mengulangi alur percobaan dengan mengganti kemiringan sudut kondensor menjadi  $15^\circ$  dan percobaan selanjutnya menggunakan sudut  $30^\circ$ .

### 3.6.3 Pengujian Hasil Minyak Proses Pirolisis

Berikut ini adalah langkah-langkah pengujian hasil minyak pirolisis diantaranya :

1. Setelah proses selesai ambil minyak plastik yang berhasil dihasilkan.
2. Mengukur total hasil asap cair yang didapat.
3. Melakukan percobaan tes bakar pada asap cair yang telah dilakukan pengujian.
4. Melakukan pengujian viskositas, densitas, titik nyala (*flash point*) dan nilai kalor.
5. Mengumpulkan abu/wax sisa pembakaran kemudian mengukur massanya.

### 3.6.4 Pelaksanaan Setelah Percobaan

Hal-hal yang perlu dilakukan setelah percobaan adalah sebagai berikut :

1. Analisa dan pengolahan data.
2. Setelah semua sampel minyak pirolisis dan semua data serta analisa berhasil didapatkan maka akan dilakukan perhitungan perbandingan minyak plastik yang dihasilkan dengan bahan sampah plastik yang digunakan dan akan dilakukan perhitungan sampai dapat melihat efektivitas kondensor berdasarkan proses perpindahan panas dan banyaknya minyak serta perbandingan dengan abu /wax yang tersisa.

## 3.7 Data Penelitian

Data penelitian meliputi T1 sebagai pengukur suhu asap masuk ke dalam kondensor, T2 sebagai pengukur suhu air pendingin masuk ke dalam kondensor, T3 sebagai pengukur suhu air pendingin keluar dari dalam kondensor, T4 sebagai pengukur suhu asap keluar dari dalam kondensor, T5 sebagai suhu didalam reaktor serta data hasil minyak dan abu / wax yang diperoleh. Pendataan ini didata menurut waktu per 10 menit sampai minyak tidak keluar lagi dari kondensor. Lembar data yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6. Lembar Pengambilan Data Suhu dan Hasil Minyak Plastik

Debit ... LPM, sudut ..., berat gas ...						
Waktu (menit)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	T5 (°C)	Minyak Per 10 menit (ml)
0						
10						
20						
30						
40						
50						
60						
70						
80						
90						
100						

### 3.8 Teknik Analisa Data

Penelitian ini menggunakan teknik analisis deskriptif yaitu dengan mengamati secara langsung hasil eksperimen kemudian menyimpulkan dan menentukan hasil penelitian yang telah dilakukan. Data-data yang dihasilkan yaitu meliputi suhu-suhu yang masuk dan keluar melewati kondensor, suhu reaktor, volume minyak plastik yang dihasilkan, berat abu sisa pembakaran, waktu yang diperlukan untuk mendapatkan minyak, dan besar laju perpindahan panas pada kondensor.

Data yang diperoleh dari hasil penelitian kemudian dimasukkan ke dalam tabel dan ditampilkan ke dalam bentuk grafik yang kemudian akan dianalisa dan ditarik kesimpulan.

### 3.9 Pengujian Hasil Bahan Bakar Cair

#### 3.9.1 Pengujian Viskositas

Pada pengujian viskositas terdapat beberapa langkah diantaranya yaitu:

1. Menyiapkan sampel bahan bakar minyak yang telah dihasilkan.
2. Menyiapkan alat uji viskositas berupa, alat *viscometer* NDJ 8S dan *stopwatch*.

3. Memasang rotor pada *viscometer* NDJ 8S.
4. Memasukkan sampel minyak ke dalam gelas ukur 1000 ml.
5. Menempatkan gelas ukur di bawah rotor *viscometer* dan memasukan rotor ke dalam gelas yang berisi bahan bakar minyak yang dihasilkan sampai posisi rotor tercelup  $\frac{3}{4}$  bagian bagian dengan bahan bakar minyak tersebut.
6. Memasang kabel *power viscometer* ke sumber tenaga listrik.
7. Mengatur settingan jenis rotor dan kecepatan putar rotor pada *control panel*.
8. Kecepatan putar rotor yang digunakan adalah 30 dan 60 rpm.
9. Menjalankan *viscometer* dengan menekan tombol OK.
10. Menunggu sampai proses pengukuran selesai, kemudian mencatat hasil pembacaan yang ditampilkan pada *display* alat *viscometer* meliputi kecepatan putar, nilai viskositas, persentase.
11. Menekan tombol reset.
12. Mengulangi langkah pengujian tersebut sampai 5 kali dengan tujuan memperoleh hasil rata-rata yang maksimal.
13. Menggunakan parameter uji temperatur sampel bahan bakar minyak dengan suhu kamar.
14. Mematikan alat *viscometer*.
15. Membersihkan gelas ukur, rotor dan alat *viscometer* tersebut.

### **3.9.2 Pengujian Densitas**

Pada pengujian densitas terdapat beberapa langkah diantaranya yaitu:

1. Memprsiapkan alat neraca digital dan gelas ukur
2. Menimbang gelas ukur pada kondisi kosong dan setelah itu dikalibrasi
3. Menuang sampel minyak hasil pirolisis ke dalam gelas ukur
4. Gelas ukur yang telah terisi minyak di tempatkan ke dalam neraca digital
5. Mencatat hasil pengujian densitas yang telah dilakukan
6. Membersihkan, merapikan, dan mengembalikan neraca digital serta gelas ukur setelah pengujian.

### 3.9.3 Pengujian *Flash Point*

Pada pengujian *flash point* terdapat beberapa langkah diantaranya yaitu:

1. Mempersiapkan alat uji *flash point*.
2. Menakar minyak pirolisis sebanyak 10 ml.
3. Menempatkan minyak pada cawan, dan panaskan sampel tersebut.
4. Menyalakan sumbu sebagai pemancing nyala api.
5. Mengamati pada suhu berapa sampel tersebut menyala.
6. Mencatat hasil pengujian *flash point*.
7. Membersihkan, merapikan, dan mengembalikan alat uji *flash point* setelah pengujian.

### 3.9.4 Pengujian Nilai Kalor

Pada pengujian nilai kalor terdapat beberapa langkah diantaranya yaitu :

1. Mempersiapkan alat-alat penelitian meliputi : *calorimeter bom*, timbangan, dan pipet.
2. Menyiapkan bahan penelitian yaitu bahan bakar minyak hasil pirolisis.
3. Melakukan analisa ultimat dan analisa proksimat bahan bakar.
4. Menguji nilai kalor bahan bakar dengan *calorimeter bom*.
5. Data yang diperoleh setelah sekitar 10 menit dari pengujian ini disebut dengan *gross heat*.
6. Membersihkan *calorimeter bom* dan pipet.