

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1 Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Juli 2017.

3.1.2 Tempat Penelitian

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

3.2 Bahan penelitian

Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah

3.2.1 LDPE (*Low density polyethylene*)

LDPE merupakan termoplastik yang terbuat dan terbentuk dari minyak bumi. LDPE mempunyai massa jenis antara 0,91-0,94 gmL⁻¹. Separuhnya berupa kristalin (50-60%) dan memiliki titik leleh 115 °C. Ada juga yang menyebutkan bahwa LDPE (Low Density Polyethylene) 70 °C – 80 °C (Kadir, 2012). Plastik LDPE sebelum dilakukan pengujian sampah plastik dipotong-potong menjadi bentuk kecil-kecil menjadi dimensi lebih kurang 5 cm x 5 cm dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Plastik LDPE ukuran 5 cm x 5 cm



Gambar 3.2. Plastik LDPE

3.2.2 *Liquefied Petroleum Gas (LPG)*

LPG digunakan sebagai bahan bakar untuk membakar sampah plastik saat pengujian dilakukan. LPG mempunyai berat kosong 5 kg dan pada saat berisi mempunyai berat 8 kg. Saat pengujian berlangsung praktikan menggunakan gas LPG dengan ukuran 3 kg agar lebih memudahkan pemasangan didalam alat pirolisis tersebut gambar dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.3. Tabung LPG 3 kg

3.2.3 Air pendingin

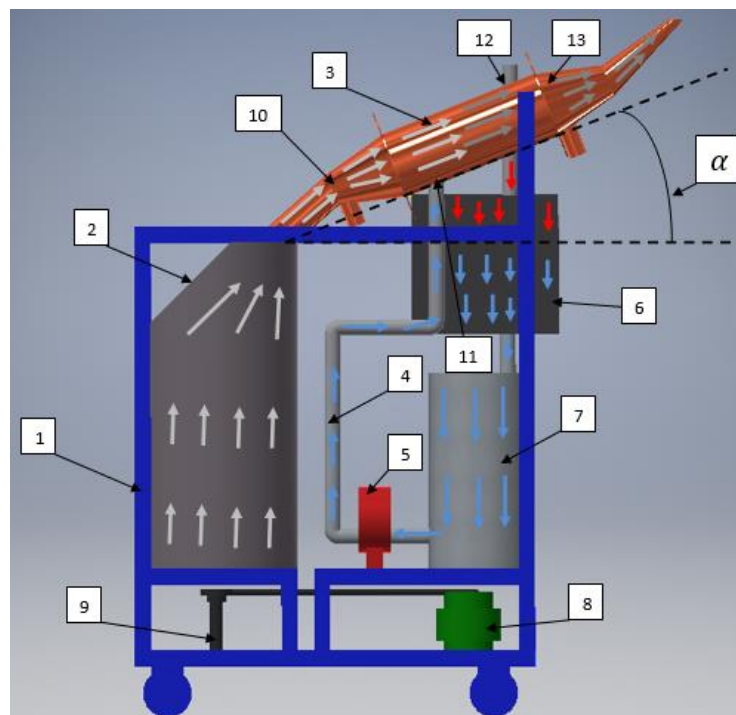
Air pendingin berguna untuk mendinginkan asap yang terjadi pada saat pengujian tersebut dilakukan agar dapat mengubah gas menjadi bahan bakar minyak yang berbentuk cairan.

3.3 Alat penelitian

Alat-alat yang diperlukan dalam penelitian ini adalah

Skema Peralatan Penelitian

Untuk gambar skema alat penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Skema Alat Pirolisis Sampah Plastik

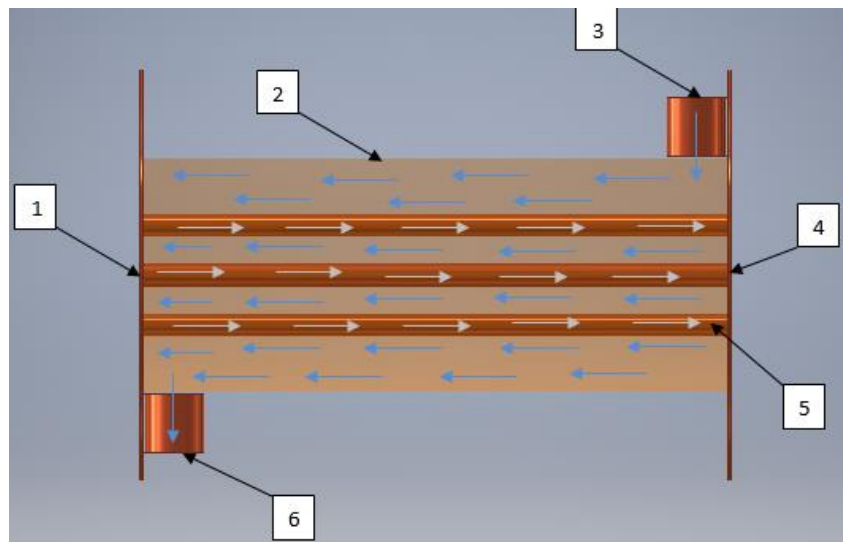
Keterangan gambar :

1. Rangka.
2. Reaktor (titik T5).
3. Kondensor *double pipe*.
4. Pipa air.
5. Pompa.
6. Radiator.
7. Tabung air pendingin.

8. Tabung gas.
9. Kompor.
10. Saluran masuk asap dari reaktor (titik T1).
11. Saluran masuk air dari tabung air (titik T2).
12. Saluran keluar air dari kondensor (titik T3).
13. Saluran keluar asap dari kondensor (titik T4).

Tambahan : α = menunjukkan variasi sudut (sudut 0^0 , sudut 15^0 , dan sudut 30^0)

Untuk gambar skema alat khusus kondensor dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Rangkaian detail kondensor *double pipe*

Keterangan gambar :

1. Lubang masuk asap.
2. Pipa luar kondensor.
3. Pipa masuk air pendingin.
4. Lubang keluar asap.
5. Pipa dalam kondensor.
6. Pipa keluar air pendingin.

3.3.1 Pompa air

Pompa air digunakan untuk mendorong air dari tabung air menuju kondensor sehingga air dapat bersirkulasi dan dapat mendinginkan asap yang masuk ke dalam kondensor, pompa yang digunakan mempunyai spesifikasi debit 10-18 LPM, untuk gambar dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6. Pompa

3.3.2 Alat pencacah plastik (gunting)

Gunting digunakan untuk memperkecil panjang plastik agar plastik lebih cepat bereaksi saat percobaan dan dapat menghasilkan hasil yang maksimal.

3.3.3 Kompur

Kompur digunakan untuk memanaskan tabung yang berisi sampah plastik yang sudah dibersihkan, untuk gambar dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7. Kompur Gas

3.3.4 Gelas ukur

Gelas ukur digunakan untuk menampung hasil dari percobaan dan untuk membandingkan bahan dan hasil. Gelas ukur yang digunakan yaitu dengan ukuran 1000 ml, untuk gambar dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8. Gelas Ukur

3.3.5 Timbangan

Timbangan digunakan yaitu timbangan gantung digital, untuk mengukur berat plastic, massa hasil percobaan, dan massa sampah plastik atau abu sisa pembakaran setelah percobaan, untuk gambar dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9. Timbangan

3.3.6 *Stopwatch*

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

3.3.7 *Thermocouple Reader*

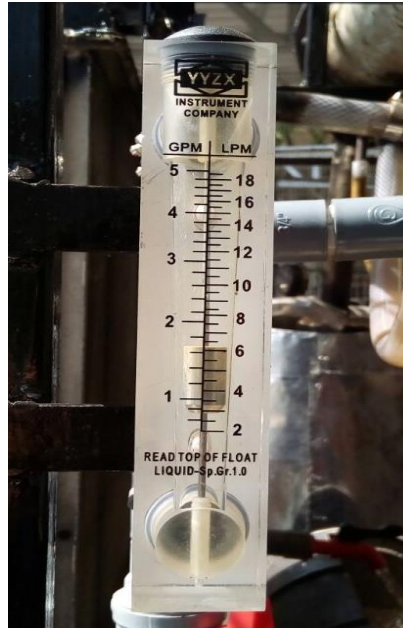
Thermocouple reader digunakan untuk mengukur suhu yang ada pada kondensor yang terdiri dari 4 lubang, yaitu : lubang masuk air pendingin, lubang keluar air pendingin, lubang masuk asap dari reaktor, dan lubang keluar asap dari kondensor, untuk gambar dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10. *Thermocouple Reader*

3.3.8 *Flow meter*

Flow meter yaitu suatu alat yang berfungsi untuk mengetahui debit aliran *fluida*. Untuk *flow meter* yang digunakan dengan ukuran 5 GPM / 18 LPM, untuk gambar dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11. *Flow meter*

3.3.9 Radiator

Radiator yaitu suatu alat yang berfungsi untuk mendinginkan air setelah digunakan di kondensor, untuk gambar dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12. Radiator

3.3.10 Tabung Air Pendingin

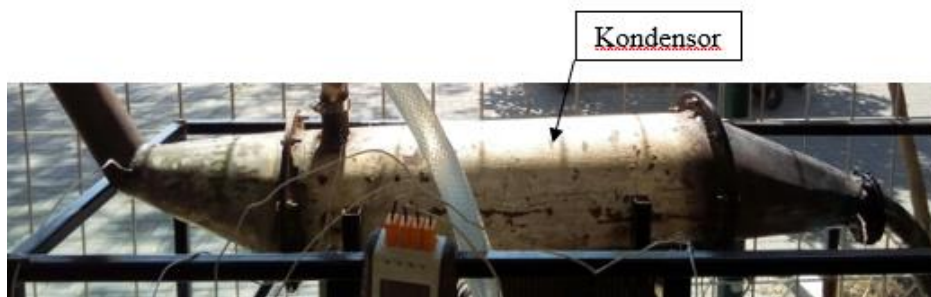
Tabung air pendingin digunakan untuk mengalirkan menampung air pendingin yang berguna untuk mengkondensasi asap menjadi minyak pada kondensor saat alat pirolisis berjalan, untuk gambar dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13. Tabung air pendingin

3.3.11 Kondensor

Kondensor digunakan untuk mengkondensasi asap menjadi minyak. Kondensor ini berbentuk tabung dan dapat dimasukkan air pendingin untuk kondensasi menjadi asap cair, kondensor mempunyai diameter 20 cm dan panjang 50 cm, untuk gambar dapat dilihat pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14. Kondensor

3.3.12 Reaktor

Reaktor adalah tabung dengan panjang 60 cm, diameter 46 cm. Reaktor ditempatkan diatas kompor LPG serta untuk pemanasan luar dengan bahan baku di dalam. Lalu reaktor dipanaskan sampai suhu sekitar 450 °C, untuk gambar dapat dilihat pada Gambar 3.15.



Gambar 3.15. Reaktor

3.3.13 Timbangan Digital

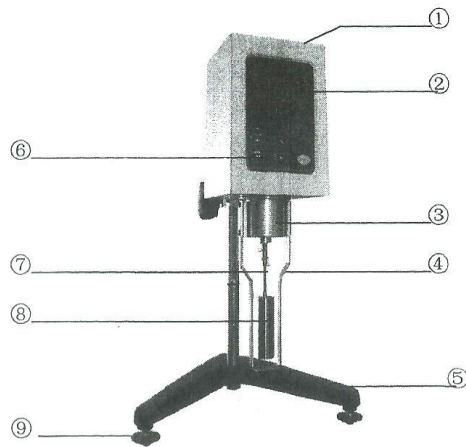
Timbangan digital digunakan untuk mengetahui besar massa minyak, untuk gambar dapat dilihat pada Gambar 3.16.



Gambar 3.16. Timbangan Digital

3.3.14 *Viscometer* NDJ 8S

Viscometer NDJ 8S merupakan *viscometer* digital yang digunakan untuk mengukur viskositas atau kekentalan zat cair, untuk gambar dapat dilihat pada Gambar 3.17.



Gambar 3.17. Bagian-bagian *viscometer* NDJ 8S

Keterangan gambar:

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

3.3.15 *Calorimeter*

Calorimeter yaitu alat yang digunakan untuk mengukur jumlah kalor (nilai kalori) yang dibebaskan pada pembakaran suatu senyawa atau partikel, *calorimeter* yang digunakan berukuran panjang 27 cm, lebar 45 cm, dan tinggi 42 cm. Alat ini bias melakukan tes 4-6 kali pengujian per jam. Setiap kali pengujian membutuhkan waktu 8-12 menit. Untuk gambar dapat dilihat pada Gambar 3.18.



Gambar 3.18. *Calorimeter*

3.3.16 Pipa Air

Pipa air digunakan untuk mengalirkan air pendingin dari tabung air menuju sistem pendingin atau kondensor pada saat alat pirolisis berjalan.

3.3.17 Alat Uji *Flash Point*

Alat uji *flash point* digunakan sebagai alat untuk menunjukkan berapa titik nyala pada sampel minyak yang dihasilkan pada pirolisis, gambar dapat dilihat pada Gambar 3.19.



Gambar 3.19. Alat *Flash Point*

3.4 Parameter Penelitian

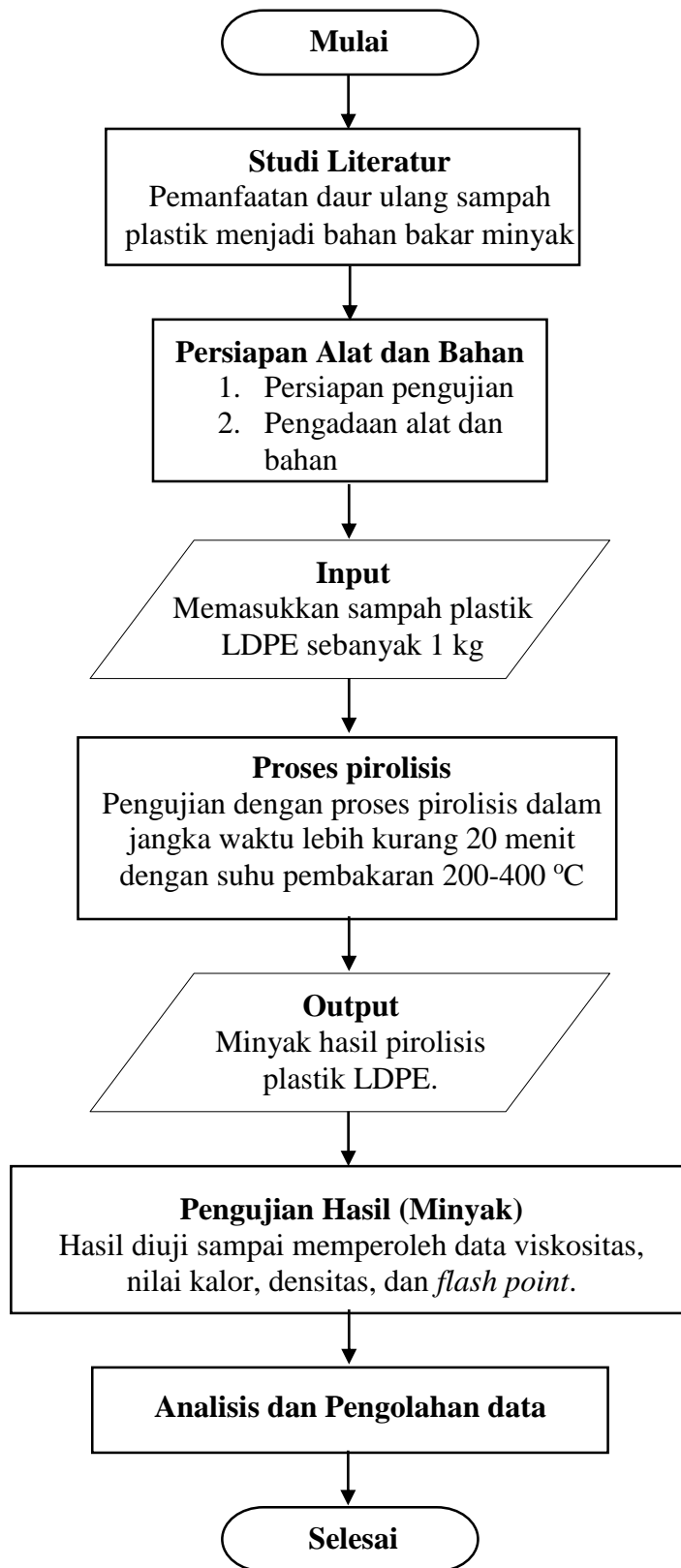
1. Efektivitas perpindahan panas dalam pengembunan dari sampah plastik menjadi minyak hasil pirolisis plastik.
2. Efisiensi variable waktu yang dibutuhkan dalam proses pirolisis plastik.
3. Pengaruh variasi sudut antara kondensor dengan reaktor sampah plastik saat pengujian pirolisis.

3.5 Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu melalui metode observasi efisiensi kerja kondensor dengan melihat hasil minyak pirolisis sampah plastik yang berhasil diembunkan dan melihat efektivitas proses perpindahan panas yang terjadi di dalam kondensor. Proses penelitian dimulai dari proses pirolisis yang terjadi di dalam tabung reaktor. Tabung reaktor diberi sampah plastik berupa *Low Density Polyethylene* (LDPE). Sampah plastik dengan massa 1 kg kemudian dipanaskan di dalam tabung reaktor dengan suhu 200-400 °C dalam jangka waktu lebih kurang 20 menit dan dijaga pada tekanan 1 atm dengan menggunakan *safety valve*. Setelah pemanasan selesai selanjutnya uap plastik akan diembunkan di dalam kondensor dengan variasi arah aliran air pendingin yaitu: arah aliran air searah dengan aliran uap (*parallel flow*). Kemudian minyak plastik hasil pengembunan kondensor akan ditampung dan dibandingkan. Perbandingan hasil minyak plastik dengan massa sampah plastik sebelum diperlakukan proses pemanasan akan memberikan nilai efisiensi kondensor berdasarkan hasil pengembunan. Proses perpindahan panas yang terjadi di dalam kondensor akan diamati pada setiap kali proses pengembunan. Nilai laju perpindahan panas yang terjadi di dalam kondensor akan dibandingkan untuk menentukan efektivitas kondensor berdasarkan proses perpindahan panasnya.

3.6 Proses Penelitian

Adapun tahap penelitian yang akan dilakukan dalam rangka mengumpulkan data hingga penyelesaian masalah dalam penelitian ini, untuk diagram alir dapat dilihat pada Gambar 3.20.



Gambar 3.20. Diagram Alir Keseluruhan Pengujian

3.6.1 Persiapan Sebelum Percobaan

1. Dalam suatu penelitian kapanpun dan dimanapun peneliti akan melakukan studi kasus dahulu. Studi ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana perkembangan pirolisis ini tercapai. Melihat dari masih banyaknya sampah plastik yang ada dan hanya dibakar saja maka dapat ditarik kesimpulan 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. Alat pirolisis yang ada masih menemui hambatan-hambatan sehingga tidak efisien mengolah sampah plastik tersebut.
2. Sebelum alat pirolisis dibuat, harus membuat desain yang cocok untuk alat yang nantinya dibuat dan dilakukan percobaan. Dibuat juga analisa bagaimana alat tersebut yang nantinya akan lebih maksimal.
3. Mempersiapkan alat-alat yang digunakan dalam proses pirolisis plastik. Memasang 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.
4. Mempersiapkan bahan, yaitu plastik LDPE berwarna hitam.
5. Membersihkan limbah plastik LDPE dari kontaminan lain menggunakan air sampai tidak ada kotoran sedikitpun.
6. Mengeringkan limbah plastik LDPE, dan pastikan plastik kering dan tidak meninggalkan air maupun kotoran lainnya.
7. Pemotongan sampah plastik kresek LDPE menjadi dimensi 5 cm².
8. Menimbang sampah plastik LDPE seberat 1 kg.

3.6.2 Proses Pirolisis Plastik

1. Memasukkan plastik secara bergantian, yaitu plastik dengan sudut 0⁰ setelah itu sudut 15⁰ dan selanjutnya sudut 30⁰.
2. Membakar plastik kresek menggunakan alat pirolisis dengan sudut antara reaktor dan kondensor yang berbeda secara bergantian setiap percobaannya.
3. Menghidupkan aliran air pendingin agar proses pengubahan gas menjadi cairan berlangsung.

4. Menghidupkan *thermometer* untuk mengetahui suhu masuk air, suhu keluar air, suhu masuk asap, dan suhu keluar asap di kondensor.
5. Mengamati, memeriksa, dan mencatat suhu masuk dan keluar air pendingin.
6. Mengamati, memeriksa, dan mencatat suhu masuk dan keluar asap hasil percobaan.

3.6.3 Pengujian Hasil Minyak Dari Proses Pirolisis

1. Setelah proses selesai minyak plastik yang berhasil dicairkan diambil dan dikumpulkan.
2. Mengukur hasil asap cair yang didapat.
3. Melakukan percobaan tes bakar pada asap cair yang telah dilakukan pengujian.
4. Melakukan pengujian viskositas, nilai kalor, densitas, dan *flash point*.

3.6.4 Pelaksanaan Setelah Percobaan

1. Menganalisa dan mengolah 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 panasnya.

3.7 Pengujian Hasil Bahan Bakar Cair

3.7.1 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 kedalam gelas ukur 1000 ml.
5. Menempatkan gelas ukur dibawah rotor *viscometer* dan memasukan rotor kedalam 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 beberapa 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.

3.7.2 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. Menguji nilai kalor bahan bakar dengan *calorimeter bom*.
4. Data yang diperoleh setelah sekitar 10 menit dari pengujian ini disebut dengan *gross heat*.
5. Membersihkan *calorimeter bom* dan pipet.

3.7.3 Pegujian Densitas

1. Mempersiapkan alat neraca digital beserta gelas ukur.
2. Menimbang gelas ukur pada kondisi kosong setelah itu dikalibrasi.
3. Mengisi sampel minyak hasil pirolisis ke dalam gelas ukur.
4. Gelas ukur yang telah terisi minyak ditempatkan ke neraca digital.
5. Mencatat hasil pengujian densitas.

6. Merapikan alat dan tempat setelah pengujian.

3.7.4 Pengujian *Flash Point*

1. Menyiapkan alat uji *flash point*.
2. Menakar minyak hasil pirolisis sebanyak 10 ml.
3. Menempatkan minyak pada cawan setelah itu memanaskan sampel.
4. Menyalakan api sebagai pemancing pembakaran.
5. Mengamati pada suhu berapa sampel menyala.
6. Mencatat hasil pengujian lalu rapikan kembali alat dan tempat uji.

3.8 Data Penelitian

Data penelitian meliputi T1 sebagai pengukur suhu lubang asap masuk ke dalam kondensor, T2 sebagai pengukur suhu lubang air pendingin masuk ke dalam kondensor, T3 sebagai pengukur suhu lubang air pendingin keluar dari dalam kondensor, dan T3 sebagai pengukur suhu lubang asap keluar dari dalam kondensor serta data hasil minyak 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 3.1.

Tabel 3.1. Lembar Pengambilan Data Suhu Dan Hasil Minyak Plastik

Debit 6 LPM, Sudut ... derajat, Gas Terpakai ... kg								
WAKTU (menit)	T1	T2	T3	T4	T5	q (watt)	Hasil Minyak (ml)	Presentase Produksi Minyak
0								
10								
20								
30								
40								
50								
60								
70								
80								
90								
100								

3.9 Teknik Analisis 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, 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.