

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, titik nyala (*flash point*), dan densitas 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 (Gambar 3.1) sebelum dilakukan pengujian sampah plastik dipotong-potong menjadi bentuk kecil-kecil menjadi dimensi lebih kurang 5 cm².



Gambar 3.1. Plastik LDPE ukuran 5 cm²

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 di dalam alat pirolisis tersebut. Tabung gas yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Tabung LPG 3 kg

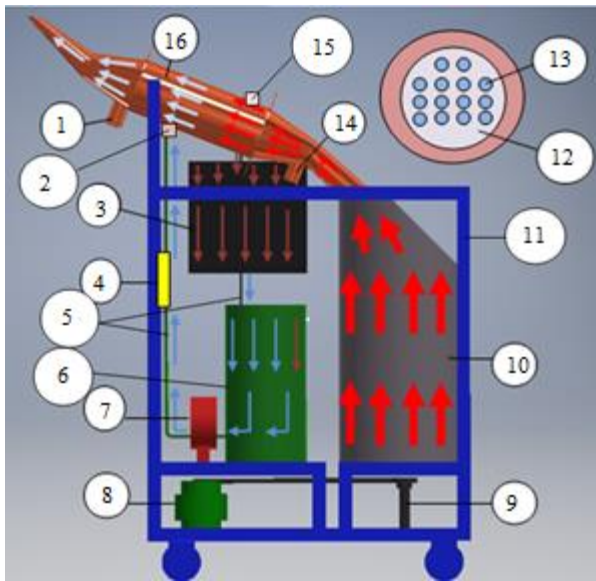
3.2.3 Air pendingin

Air pendingin (gambar 3.3) berguna untuk mendinginkan asap yang terjadi pada saat pengujian tersebut dilakukan agar dapat mengubah gas menjadi bahan bakar minyak yang berbentuk cairan.



Gambar 3.3 Air pendingin

3.3 Alat penelitian




Gambar 3.4a Alat pirolisis

Gambar 3.4b Skema Alat pirolisis

Penelitian ini menggunakan alat pirolisis sederhana (gambar 3.4a). Bagian-bagian yang terdapat pada alat pirolisis ditampilkan pada skema alat (gambar 3.4b) adalah sebagai berikut:

- | | |
|-------------------------------|--|
| 1. Lubang keluar minyak 1 | 10. Tabung reaktor |
| 2. <i>Inlet</i> air kondensor | 11. Rangka |
| 3. <i>Radiator</i> | 12. Bagian dalam kondensor |
| 4. <i>Flowmeter</i> | 13. Pipa tembaga $\varnothing 3/8''$ (14 pipa) |
| 5. Pipa air | 14. Lubang keluar minyak 2 |
| 6. Penampung air pendingin | 15. <i>Outlet</i> air kondensor |
| 7. Pompa air | 16. Kondensor |
| 8. Tabung gas LPG | |
| 9. Kompor gas | |

Keterangan:

 : Asap panas

 : Asap yang tidak terkondensasi

 : Air dingin

 : Air Panas

3.3.1 Pompa air

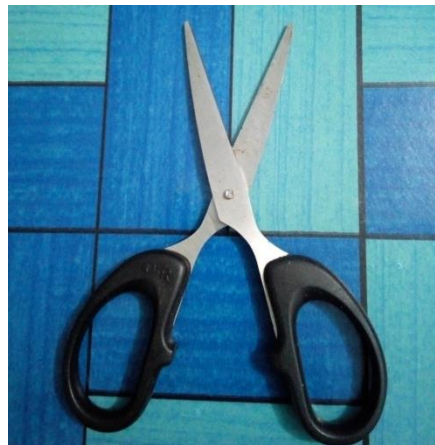
Pompa air digunakan untuk mendorong air dari tabung air menuju kondensor sehingga air dapat bersirkulasi dan dapat mendinginkan asap yang masuk ke dalam kondensor. Pompa yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.5



Gambar 3.5 Pompa Air

3.3.2 Alat pencacah plastik (gunting)

Gunting (gambar 3.6) digunakan untuk memperkecil panjang plastik agar plastik lebih cepat bereaksi saat percobaan dan dapat menghasilkan hasil yang maksimal.



Gambar 3.6 Gunting

3.3.3 Kompor

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



Gambar 3.7 Kompor 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, gelas ukur yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 Gelas Ukur

3.3.5 Timbangan

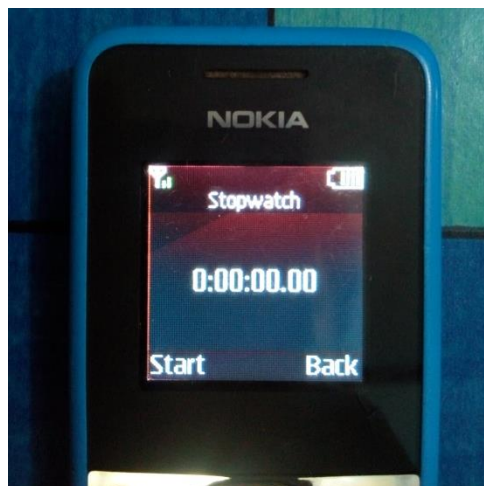
Timbangan digunakan yaitu timbangan gantung digital, untuk mengukur berat plastik, massa hasil percobaan, dan massa sampah plastik atau abu sisa pembakaran setelah percobaan. Timbangan yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.9



Gambar 3.9 Timbangan Digital

3.3.6 Stopwatch

Stopwatch digunakan untuk mengukur berapa lama waktu yang diperlukan untuk melakukan percobaan. *Stopwatch* yang dipakai adalah yang ada pada fitur ponsel (Gambar 3.10).



Gambar 3.10 Stopwatch

3.3.7 Thermometer

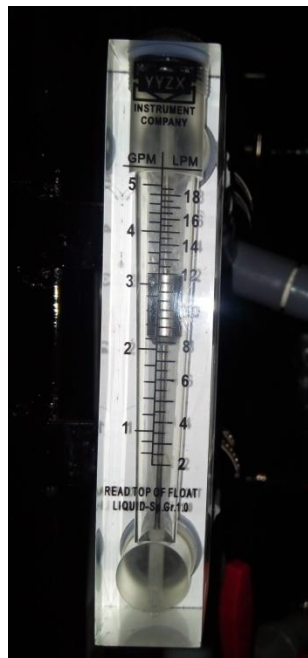
Thermometer digunakan untuk mengukur suhu yang ada pada kondensor yang terdiri dari 4 lubang, yaitu : lubang masuk air pendingin, lubang keluar air pendingin, lubang masuk asap dari reaktor, dan lubang keluar asap dari kondensor. *Thermometer* yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.11.



Gambar 3.11 *Thermometer*

3.3.8 *Flow meter*

Flow meter yaitu suatu alat yang berfungsi untuk mengetahui debit aliran *fluida*. Untuk *flowmeter* yang digunakan dengan ukuran 5 gpm / 18 lpm dapat dilihat pada gambar 3.12.



Gambar 3.12 *Flowmeter*

3.3.9 Radiator

Radiator yaitu suatu alat yang berfungsi untuk mendinginkan air setelah digunakan pada kondensor. Untuk radiator yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.13.



Gambar 3.13 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. Tabung air digunakan dapat dilihat pada gambar 3.14



Gambar 3.14 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 yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.15.



Gambar 3.15 Kondensor

3.3.12 Reaktor

Reaktor adalah tabung dengan panjang 300 mm, diameter 225 mm. Reaktor ditempatkan diatas kompor LPG serta untuk pemanasan luar dengan bahan baku di dalam reaktor tersebut. Lalu reaktor dipanaskan sampai suhu sekitar 450 °C. Reaktor yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.16.



Gambar 3.16 Reaktor

3.3.13 *Viscometer NDJ 8S*

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



Gambar 3.17 *Viscometer NDJ 8S*

3.3.14 *Calorimeter*

Calorimeter yaitu alat yang digunakan untuk mengukur jumlah kalor (nilai kalori) yang dibebaskan pada pembakaran suatu senyawa atau partikel. *Calorimeter* yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.18.



Gambar 3.18 *Calorimeter*

3.3.15 Pipa Air

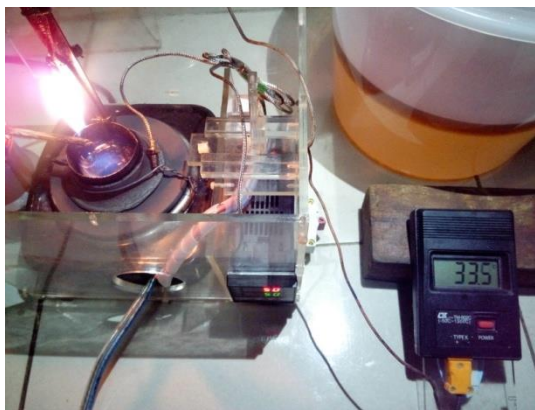
Pipa air digunakan untuk mengalirkan air pendingin dari tabung air menuju sistem pendingin atau kondensor pada saat alat pirolisis berjalan (gambar 3.19).



Gambar 3.19 Pipa air

3.3.16 Alat Uji *Flash point*

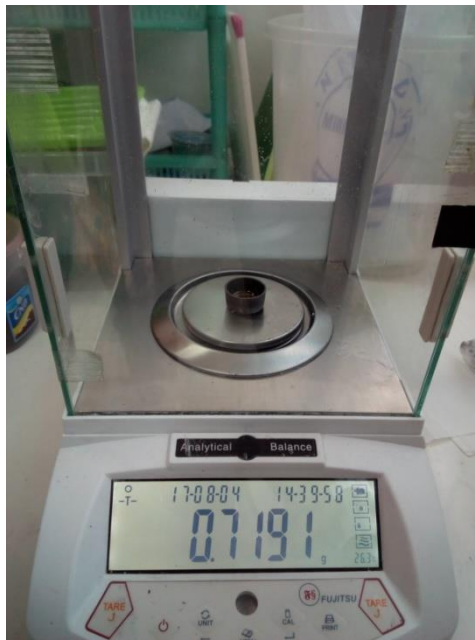
Alat uji *Flash point* digunakan untuk mengetahui berapa suhu titik nyala suatu minyak. Gambar 3.20 adalah alat uji *flash point*.



Gambar 3.20 Alat uji *flash point*

3.3.17 Timbangan Digital

Timbangan digital digunakan untuk menimbang massa minyak untuk diuji densitas. Gambar 3.21 adalah Timbangan digital.



Gambar 3.21 Timbangan digital

3.4 Parameter Penelitian

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

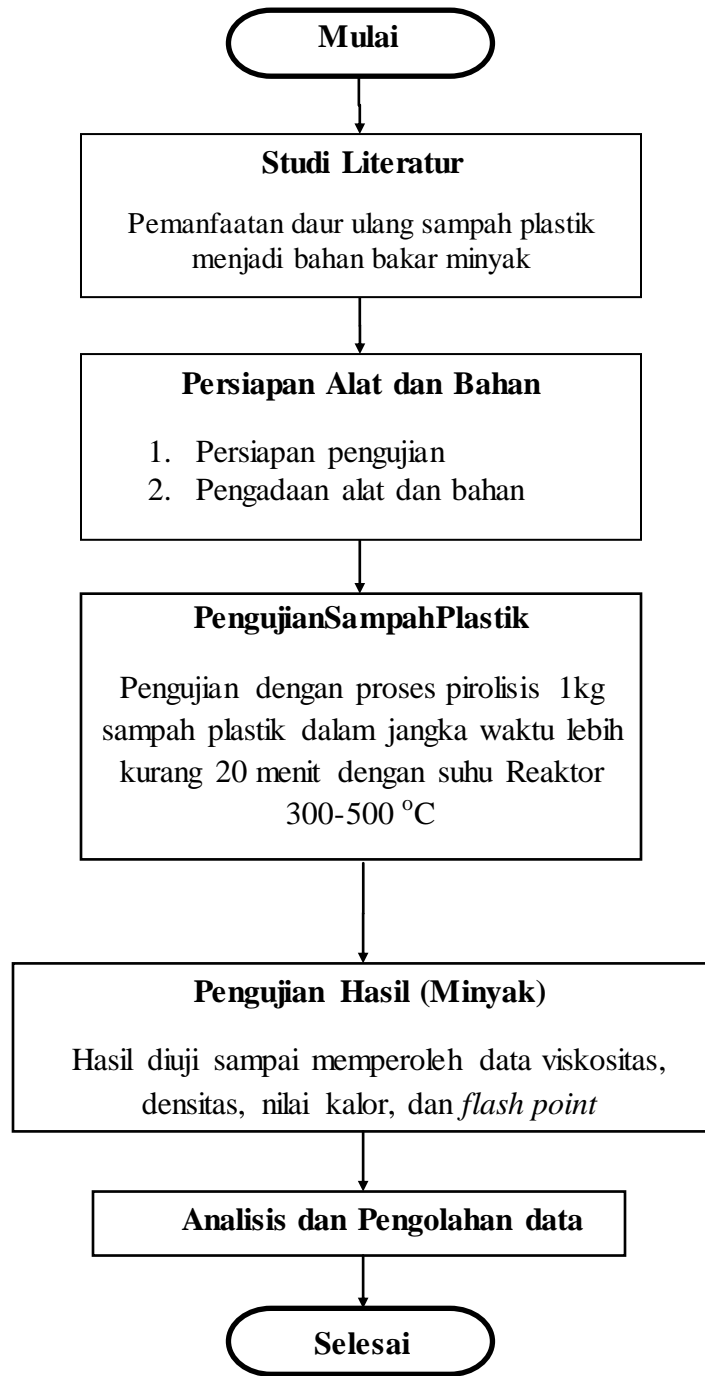
3.5 Teknik Pengumpulan Data

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 plastic berupa *Low Density Polyethylene* (LDPE). Sampah plastik dengan massa 1 kg kemudian dipanaskan di dalam tabung reaktor dengan suhu 300°C-500°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 padasetiap 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 adalah sebagai berikut (gambar 3.15)



Gambar 3.22 Diagram alir keseluruhan pengujian

3.6.1 Persiapan Sebelum Percobaan

- a. Dalam suatu penelitian kapanpun dan dimanapun penelitiakan 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 plastic belum terdaur ulang dengan baik. Selain dari factor plastik, penelitian ini juga menemukan bahwa proses pirolisis plastik bias didaur ulang menjadi minyak yang bisa dimanfaatkan lagi. Alat pirolisis yang ada masih menemui hambatan-hambatan sehingga tidak efisien mengolah sampah plastik tersebut.
- b. Sebelum alat pirolisis dibuat, harus membuat desain yang cocok untuk alat yang nantinya dibuat dan dilakukan pecobaan. Dibuat juga analisa bagaimana alat tersebut yang nantinya akan lebih maksimal.
- c. 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.
- d. Mempersiapkan bahan, yaitu plastik LDPE berwarna hitam.
- e. Membersihkan limbah plastik LDPE dari kontaminan lain menggunakan air sampai tidak ada kotoran sedikitpun.
- f. Mengeringkan limbah plastik LDPE, dan pastikan plastik kering dan tidak meninggalkan air maupun kotoran lainnya.
- g. Pemotongan sampah plastik kresek LDPE menjadi dimensi 5 cm².
- h. Menimbang sampah plastik LDPE seberat 1 kg.

3.6.2 Proses Pirolisis Plastik

- a. Memasukkan plastik secara bergantian, yaitu plastik dengan sudut 0 derajat setelah itu sudut 15 derajat dan selanjutnya sudut 30 derajat.
- b. Membakar plastik LDPE menggunakan alat pirolisis dengan sudut antara reaktor dan kondensor yang berbeda secara bergantian setiap percobaannya.

- c. Menghidupkan aliran air pendingin agar proses perubahan gas menjadi cairan berlangsung.
- d. Menghidupkan *thermometer* untuk mengetahui suhu masuk air, suhu keluar air, suhu masuk asap, dan suhu keluar asap di kondensor.
- e. Mengamati, periksa dan catat suhu masuk dan keluar air pendingin.
- f. Mengamati, periksa dan catat suhu masuk dan keluar asap hasil percobaan.

3.6.3 Pengujian Hasil Minyak Dari Proses Pirolisis

- a. Setelah proses selesai ambil minyak plastik yang berhasil dicairkan.
- b. Mengukur hasil asap cair yang didapat.
- c. Melakukan percobaan tes bakar pada asap cair yang telah dilakukan pengujian.
- d. Melakukan pengujian nilai kalor dan viskositas.

3.6.4 Pelaksanaan Setelah Percobaan

- a. Menganalisa dan pengolahan data.
- b. 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:

- a. Menyiapkan sampel bahan bakar minyak yang telah dihasilkan.
- b. Menyiapkan alat uji viskositas berupa, alat *viscometer* NDJ 8S dan *stopwatch*.
- c. Memasang rotor pada *viscometer* NDJ 8S.
- d. Memasukkan sampel oli ke dalam gelas ukur 1000 ml.

- e. 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.
- f. Memasang kabel *power viscometer* ke sumber tenaga listrik.
- g. Mengatur settingan jenis rotor dan kecepatan putar rotor pada *control panel*.
- h. Kecepatan putar rotor yang digunakan adalah 30 dan 60 rpm.
- i. Menjalankan *viscometer* dengan menekan tombol OK.
- j. Menunggu sampai proses pengukuran selesai, kemudian mencatat hasil pembacaan yang ditampilkan pada *display* alat *viscometer* meliputi kecepatan putar, nilai viskositas, persentase.
- k. Menekan tombol reset.
- l. Mengulangi langkah pengujian tersebut sampai 5 kali dengan tujuan memperoleh hasil rata-rata yang maksimal.
- m. Menggunakan parameter uji temperature sampel bahan bakar minyak dengan suhu kamar.
- n. Mematikan alat *viscometer*.
- o. Membersihkan gelas ukur, rotor dan alat *viscometer* tersebut.

3.7.2 Pengujian Nilai Kalor

Pada pengujian nilai kalor terdapat beberapa langkah diantaranya yaitu:

- a. Persiapan alat-alat penelitian meliputi : *calorimeter bom*, timbangan, dan pipet.
- b. Menyiapkan bahan penelitian yaitu bahan bakar minyak hasil pirolisis.
- c. Melakukan analisa ultimat dan analisa proksimat bahan bakar.
- d. Menguji nilai kalor bahan bakar dengan *calorimeter bom*.
- e. Data yang diperoleh setelah sekitar 10 menit dari pengujian ini disebut dengan *gross heat*.
- f. Membersihkan *calorimeter bom* dan pipet.

3.7.3 Pengujian densitas

- a. Memprsiapkan Gelas ukur dan neraca digital

- b. Menimbang gelas ukur pada kondisi kosong dan setelah itu dikalibrasi
- c. Tuang sampel minyak hasil pirolisis ke dalam gelas ukur
- d. Tempatkan gelas ukur ke dalam neraca digital
- e. Mencatat hasil pengujian densitas yang telah dilakukan
- f. Membersihkan, merapikan, dan mengembalikan neraca pegas serta gelas ukur setelah pengujian.

3.7.4 Pengujian *Flash Point*

- a. Mempersiapkan alat uji *flash point*.
- b. Menakar minyak pirolisis sebanyak 10 ml.
- c. Tempatkan minyak pada cawan, dan panaskan sampel tersebut.
- d. Menyalakan sumbu sebagai pemancing nyala api.
- e. Mengamati pada suhu berapa sampel tersebut menyala.
- f. Mencatat hasil pengujian *flash point*.
- g. Membersihkan, merapikan, dan mengembalikan alat uji *flash point* setelah pengujian.

3.8 Data Penelitian

Data penelitian meliputi T_1 sebagai pengukur suhu lubang asap masuk ke dalam kondensor, T_2 sebagai pengukur suhu lubang air pendingin masuk ke dalam kondensor, T_3 sebagai pengukur suhu lubang air pendingin keluar dari dalam kondensor, dan T_4 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 3.21.

Tabel 3.1 Lembar pengambilan data suhu dan hasil minyak plastik

SUDUT -- Debit -- Lpm, Gas yang terpakai -- kg									
WAKTU (menit)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	TR (°C)	Q (Watt)	Minyak/ 10 menit (ml)	Akumulasi Minyak (ml)	Persentase minyak (%)
0									
10									
20									
30									
40									
50									
60									
70									
80									
90									
100									
JUMLAH MINYAK									

Menurut Holman (1988: 498) laju perpindahan panas dapat dihitung dari besar energi yang dilepaskan oleh fluida panas atau besar energi yang diterima oleh fluida dingin. Laju perpindahan panas dapat dilihat dari seberapa besar perpindahan panas yang terjadi di dalam suatu penukar panas.

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.