

BAB III

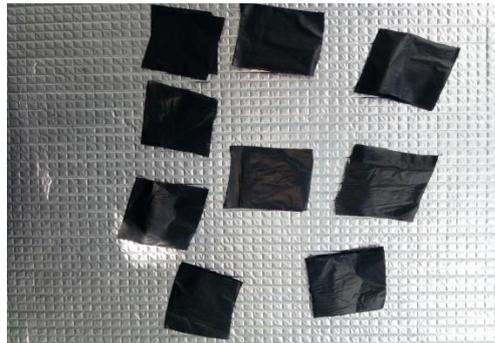
METODE PENELITIAN

3.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

3.1.1 Plastik Jenis *Low Density Polyethylene* (LDPE)

LDPE merupakan jenis plastik yang fleksibel dan kerapatannya lebih kecil dibandingkan plastik jenis HDPE. Sifat yang fleksibel dan mudah didaur ulang serta mempunyai proteksi yang baik terhadap uap air. LDPE merupakan jenis plastik yang memiliki ketahanan kimia yang sangat tinggi, namun melarut dalam benzena dan *tetrachlorocarbon* (CCL). Plastik LDPE meleleh pada temperatur 115 °C (Velma, 2015). Sebelum plastik LDPE digunakan untuk penelitian, plastik dipotong kecil-kecil dengan dimensi $\pm 5\text{cm} \times 5\text{cm}$ seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Potongan-potongan plastik LDPE

3.1.2 *Liquefied Petroleum Gas* (LPG)

LPG dalam penelitian ini digunakan sebagai bahan bakar untuk pemanasan plastik LDPE. Pada saat pengujian berlangsung menggunakan LPG dengan ukuran berat 3 kg dan dalam kondisi tekanan penuh, karena lebih mudah dalam pemasangan pada alat pirolisis seperti pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Tabung LPG 3 kg

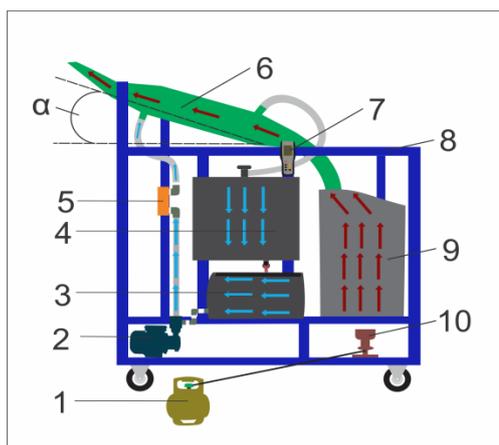
3.1.3 Air Pendingin

Pada penelitian ini air pendingin berguna untuk mendinginkan asap pada saat pengujian dilakukan agar dapat mengubah asap menjadi asap cair yang diharapkan menjadi bahan bakar minyak dalam bentuk cairan.

3.2 Alat Penelitian

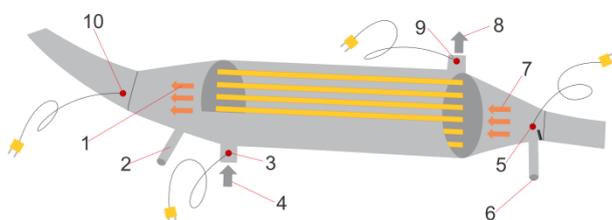
3.2.1 Instalasi Alat Pirolisis

Untuk mengetahui skema instalasi alat pirolisis dapat dilihat pada Gambar 3.3.



1. Tabung Gas LPG
 2. Pompa air
 3. Penampung air pendingin
 4. Radiator
 5. Flowmeter
 6. Kondensor
 7. Thermocouple
 8. Rangka instalasi
 9. Reaktor
 10. Tungku pembakaran
- α Sudut kondensor

Gambar 3.3. Instalasi alat pirolisis



Gambar 3.4. Rangkaian detail kondensor

1. Lubang asap tidak terkondensasi
2. Lubang keluar minyak
3. Lubang T_2
4. Lubang air pendingin masuk
5. Lubang T_1
6. Lubang keluar minyak
7. Lubang asap masuk kondensor
8. Lubang air pendingin keluar
9. Lubang T_3
10. Lubang T_4

Pompa Air

Pompa air pada penelitian ini digunakan sebagai pendorong air dari tabung penampungan menuju kondensor sehingga air dapat bersirkulasi dan mampu mendinginkan asap dengan maksimal, pompa yang digunakan mempunyai spesifikasi debit air 10-18 LPM, seperti pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Pompa air

Tungku Pemanasan

Tungku pemanasan pada penelitian ini digunakan untuk memanaskan reaktor yang sudah berisi potongan plastik, dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6. Tungku Pemanasan

Radiator

Radiator merupakan alat yang berfungsi untuk mendinginkan air dari keluaran air pada kondensor, dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7. Radiator

Tabung Air Pendingin

Tabung air pendingin digunakan untuk menampung air yang akan dialirkan menuju kondensor sebagai air pendingin untuk mengkondensasi asap agar bisa menjadi minyak, dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8. Tabung Air Pendingin

Thermocouple Reader

Thermocouple Reader digunakan untuk mengukur temperatur yang ada pada reaktor pemanasan terdiri dari 4 bagian yaitu : pada bagian samping reaktor dua bagian dan pada tutup reaktor dua bagian. Selain pada reaktor pada kondensor juga terpasang pada 4 bagian yaitu : pada bagian air pendingin masuk, air pendingin keluar, asap masuk, dan pada corong keluaran asap (jika masih terdapat asap yang tidak terkondensasi). Dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9. *Thermocouple Reader*

Spesifikasi *Thermocouple Reader* :

1. Chanel 4
2. Temperatur range : -200~1372 °C/-328~2501F
3. Accuracy : >100 °C: 1 °C < 100 °C: 2 °C
4. Power supply : 1x9V battery (not include)
5. Size : 20x8,5x4cm/7,9x3,3x1,6 in
6. Weight : 232 g
7. K-type *Thermocouple Resolution* : <1000 °C: 0,1/F/K >1000 °C: 1 °C/F/K

Flowmeter

Flowmeter merupakan alat yang digunakan untuk menentukan debit aliran pendingin menuju kondensor yang berukuran 18 LPM. Pada penelitian ini menggunakan debit aliran sebesar 6 LPM dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10. *Flowmeter*

Spesifikasi alat uji *flowmeter* :

1. Flow meter 0,5-5 GPM (18 LPM)
2. Type : LZT-1005 M-0,5-5 GPM
3. Connection : ½ Inch
4. Model : panel
5. Kategori : tools
6. Berat : 500 gram

Kondensor

Kondensor digunakan untuk mengkondensasi asap agar dapat menjadi minyak. Kondensor ini berbentuk tabung dan di dalamnya terdapat pipa-pipa kecil sebagai tempat aliran asap, dan mempunyai ukuran diameter 20 cm dan panjang 50 cm, dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11. Kondensor

Reaktor

Reaktor adalah tempat dimana plastik akan dipanaskan menggunakan kompor berbahan bakar gas LPG, dipanaskan hingga temperatur mencapai 400 °C. Reaktor memiliki ukuran dengan panjang 60 cm dan berdiameter 46 cm, dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12. Reaktor

3.2.2 Pemotong plastik (gunting)

Gunting digunakan untuk memotong plastik menjadi ukuran yang lebih kecil agar lebih cepat dalam proses pemanasan dan menghasilkan minyak yang maksimal.

3.2.3 Gelas Ukur

Pada penelitian ini gelas ukur digunakan untuk menampung dan untuk mengukur perbandingan hasil minyak. Gelas ukur yang digunakan berukuran 1000 ml, dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13. Gelas Ukur

3.2.4 Timbangan

Timbangan ini digunakan untuk menimbang berat plastik, menimbang berat gas, dan menimbang sisa arang pemanasan plastik, dapat dilihat pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14 Timbangan

Spesifikasi timbangan digital gantung :

1. Berat : 175 gram
2. Kapasitas : 50 kg
3. Ketelitian : 10 gram
4. Ukuran : 16x7x2 cm

3.2.5 Stopwatch

Pada penelitian ini *stopwatch* digunakan untuk menentukan lama waktu pemanasan.

3.2.6 Timbangan Digital

Untuk mengetahui timbangan digital dapat dilihat pada Gambar 3.15.

Spesifikasi Timbangan *Digital Analytical* :

1. Berat : 18 kg
2. Ar error : 0,2 mg
3. Pembacaan : 0,1 mg
4. Pengulangan : 0,1 mg
5. Size : 90 mm
6. Kapasitas timbangan : 1,5-3 kg



Gambar 3.15. Timbangan *Digital Analytical*

3.2.7 *Bomb Calorimeter*

Bomb calorimeter type IKA C2000 Basic digunakan untuk mengukur panas yang dilepaskan oleh sampel, beberapa sampel yang dapat diuji antara lain batu bara, briket, beras, dan minyak. Jumlah panas yang diukur dalam kalori dihasilkan apabila suatu bahan atau sampel dioksidasi dengan sempurna di dalam *bomb calorimeter* dan disebut sebagai energi total dari bahan atau sampel. Dapat dilihat pada Gambar 3.16.



Gambar 3.16. *Bomb Calorimeter*

Spesifikasi *bomb calorimeter* IKA C2000 :

1. Tipe pendingin flow

2. Tekanan operasi udara : 40 bar
3. Temperatur kerja maksimal : 30 °C
4. Jangkauan ukur : 40000 J

3.2.8 *Viscometer NDJ 8s*

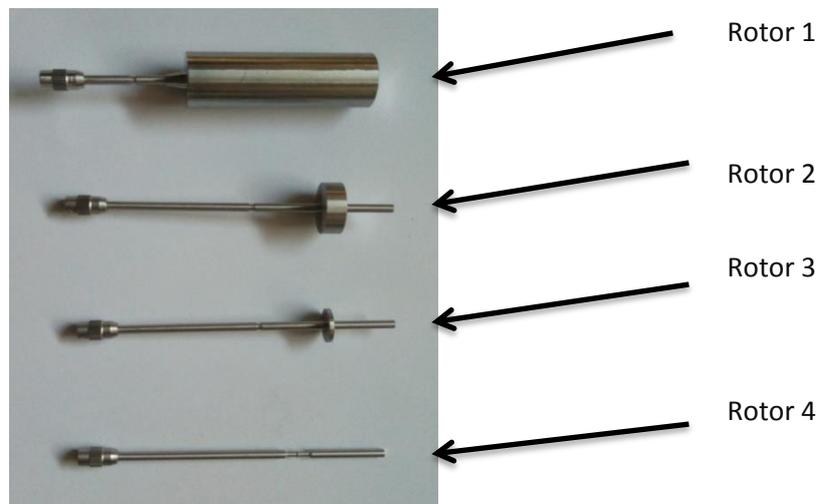
Viscometer NDJ 8s merupakan alat yang digunakan untuk menentukan viskositas minyak hasil pirolisis, dapat dilihat pada Gambar 3.17.



Gambar 3.17. *Viscometer NDJ 8s*

Spesifikasi viscometer NDJ-8s :

1. Rentang pengukuran 1- 2.000.000 mPa.
2. Jenis rotor : rotor 1, rotor 2, rotor 3, dan rotor 4 dapat menentukan viskositas serendah 0,1 mPa.



Gambar 3.18. Rotor

Untuk menentukan viskositas minyak pirolisis dapat menggunakan rumus :

$$\mu \frac{\tau}{du/dy} \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan :

τ = tegangan geser pada fluida (N/m²)

du/dy = gradien kecepatan (m/s)

3. Kecepatan rotor : 0.3, 0.6, 1.5, 3, 6, 12, 30, 60 rpm.
4. Kesalahan pengukuran $\pm 5\%$ (newton cair)
5. Power supply : 220v $\pm 10\%$ 50z $\pm 10\%$
6. Temperatur ambient : 5 °C – 35 °C
7. Kelembaban relatif : $\leq 80\%$

3.2.9 Alat Uji *Flash Point*

Pada penelitian ini alat tersebut digunakan untuk menunjukkan berapa titik nyala api pada sampel minyak yang dihasilkan dari proses pirolisis, dapat dilihat pada Gambar 3.19.



Gambar 3.19. Alat Uji *Flash Point*

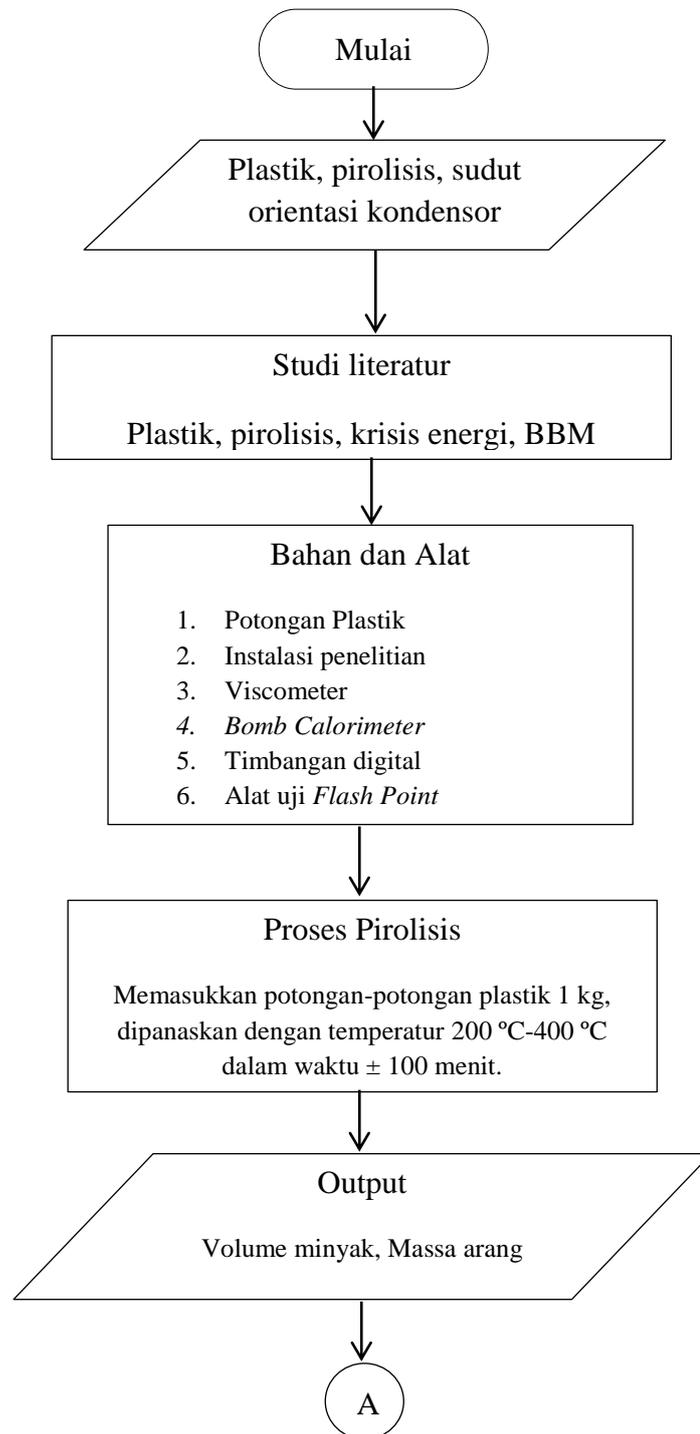
3.3 Parameter Penelitian

Parameter pada penelitian ini adalah :

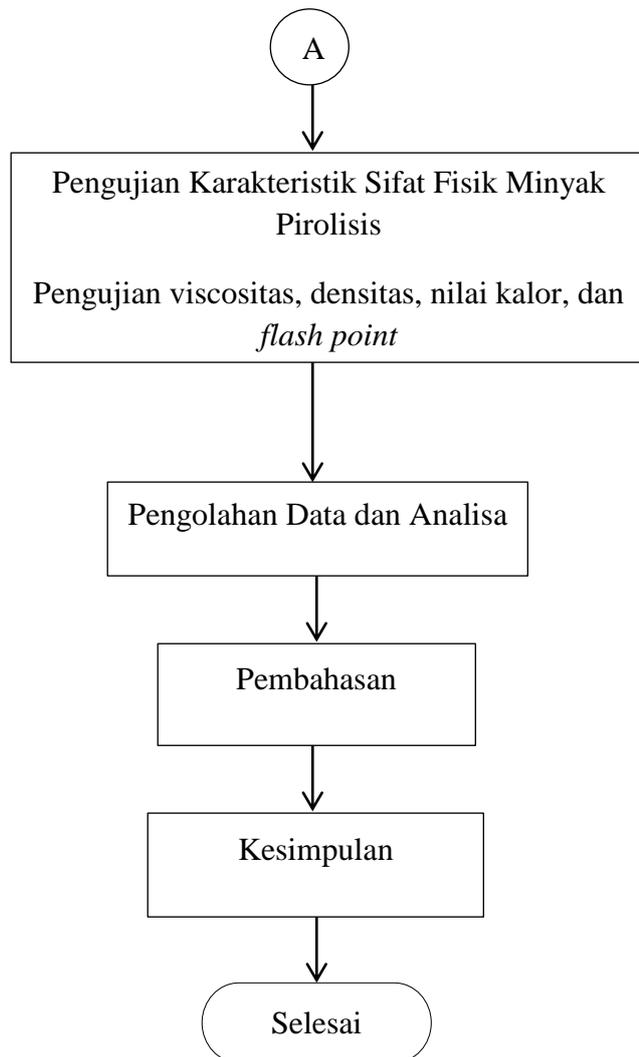
1. Variabel bebas : α , debit air pendingin (Q), waktu (t).
2. Variabel tidak bebas : V minyak, massa arang

3.4 Jalanya Penelitian

Tahapan dalam penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.20.



Gambar 3.20. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.21. Diagram Alir Penelitian (lanjutan)

3.4.1 Persiapan Sebelum Percobaan

1. Dalam sebuah penelitian dalam bentuk apapun peneliti akan melakukan studi kasus terlebih dahulu. Studi kasus ini bertujuan untuk mengetahui seberapa jauh perkembangan penelitian tentang pirolisis ini tercapai. Faktor sampah plastik yang kian menumpuk dan mencemari lingkungan dapat ditarik kesimpulan bahwa daur ulang sampah plastik belum dilakukan dengan baik. Selain faktor sampah plastik, bahwa dari pirolisis sampah plastik dapat didaur ulang menjadi minyak yang bisa bermanfaat. Dari alat yang digunakan masih terdapat hambatan-hambatan sehingga tidak efisien dalam pengolahan sampah plastik tersebut.
2. Mempersiapkan alat yang digunakan untuk proses pirolisis, karena alat sudah tersedia peneliti hanya melakukan perbaikan dan menambahkan isolator agar hasil yang didapatkan lebih maksimal.
3. Mempersiapkan alat-alat yang akan digunakan dalam penelitian, memasang seluruh perlengkapan alat pirolisis yang terdiri dari reaktor, kondensor, pipa penghantar, penampungan minyak, dan saluran pendingin beserta kelengkapannya.
4. Mempersiapkan bahan yang akan diteliti, yaitu plastik LDPE berwarna hitam.
5. Membersihkan limbah sampah plastik dari kotoran menggunakan air bersih.
6. Mengeringkan limbah sampah plastik LDPE, sampai tidak ada air.
7. Memotong sampah plastik LDPE menjadi berukuran 5 cm².
8. Menimbang sampah plastik LDPE seberat 1 kg.

3.4.2 Proses Pirolisis Plastik LDPE

1. Memasukkan plastik kedalam tabung reaktor secara bergantian, yaitu mulai dari sudut 0°, sudut 15°, dan sudut 30°.
2. Memanaskan tabung reaktor yang sudah berisi sampah plastik dengan sudut kondensor yang berbeda beda secara bergantian setiap percobaannya.

3. Menghidupkan pompa air untuk mengalirkan air menuju kondensor untuk pendinginan agar dapat mengubah uap menjadi cairan.
4. Menghidupkan *thermocouple* untuk mengetahui temperatur masuk air, temperatur keluar air, temperatur masuk asap, dan temperatur keluar asap pada kondensor.
5. Mengamati, memeriksa, dan mencatat temperatur yang pada setiap bagian alat pirolisis.

3.4.3 Pengujian Hasil Minyak Pirolisis

1. Setelah semua proses pirolisis selesai minyak dari hasil pirolisis dikumpulkan.
2. Mengukur hasil dari uap cair yang didapat.
3. Melakukan pengujian densitas, viskositas, *flash point*, dan nilai kalor.

3.4.4 Pelaksanaan Percobaan

1. Mengolah dan menganalisa data.
2. Setelah semua sampel minyak pirolisis dan semua data serta analisa berhasil didapatkan maka akan dilakukan perhitungan untuk mengetahui perbandingan minyak yang dihasilkan dengan bahan plastik yang digunakan dan akan dilakukan perhitungan sampai dapat melihat efektivitas perpindahan panas yang terjadi.

3.5 Pengujian Hasil Bahan Bakar Cair

3.5.1 Pengujian Viskositas

Pada pengujian viskositas ada beberapa langkah yaitu :

1. Menyiapkan sampel bahan bakar minyak yang dihasilkan.
2. Menyiapkan alat uji viskositas berupa, *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* NDJ 8S dan memasukkan rotor kedalam gelas ukur yang berisi minyak yang dihasilkan sampai posisi rotor tercelup $\frac{3}{4}$ bagian dengan bahan bakar minyak tersebut.

6. Memasang kabel power *viscometer* ke stop kontak listrik.
7. Mengatur settingan jenis rotor dan kecepatan putar pada *control panel*.
8. Kecepatan rotor yang dipakai yaitu pada 30 rpm dan 60 rpm.
9. Menjalankan *viscometer* dengan menekan tombol ok.
10. Menunggu sampai proses selesai, kemudian mencatat hasil yang ditampilkan pada display alat *viscometer* meliputi kecepatan putar, nilai viskositas, dan presentase.
11. Menekan tombol reset.
12. Mengulangi langkah pengujian tersebut secara berulang untuk memperoleh rata-rata yang maksimal.
13. Menggunakan parameter uji temperatur sampai bahan bakar minyak dengan temperatur ruangan.
14. Mematikan alat *viscometer* NDJ 8S.
15. Membersihkan gelas ukur, rotor, dan alat *viscometer* NDJ 8S.

3.5.2 Pengujian Nilai Kalor

Pada pengujian nilai kalor terdapat beberapa langkah diantaranya yaitu:

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

3.5.3 Pengujian Densitas

1. Mempersiapkan alat neraca digital dan gelas ukur.
2. Menimbang gelas ukur pada kondisi kosong setelah dikalibrasi.
3. Mengisi gelas ukur dengan sampel minyak hasil pirolisis.
4. Gelas ukur yang telah berisi minyak diletakkan di neraca digital.
5. Mencatat hasil pengujian.

3.5.4 Pengujian *Flash Point*

1. Menyiapkan alat uji *flash point*.

2. Menakar minyak hasil pirolisis sebanyak 10 ml.
3. Menempatkan minyak pada cawan setelah itu dipanaskan.
4. Menyalakan api sebagai pemancing percikan bunga api.
5. Mengamati pada temperatur berapa percikan api akan muncul.
6. Mencatat hasil pengujian dan merapikan alat yang telah digunakan.

3.6 Data Penelitian

Data penelitian meliputi T1 merupakan pengukur temperatur pada lubang asap masuk ke dalam kondensor, T2 sebagai pengukur temperatur lubang air pendingin yang masuk kedalam kondensor, T3 merupakan sebagai pengukur temperatur lubang air pendingin keluar dari dalam kondensor, T4 sebagai pengukur temperatur pada lubang asap keluar dari dalam kondensor dan data hasil minyak yang diperoleh, dan TR (Temperatur Reaktor) merupakan temperatur rata-rata pada tabung pemanasan. Data tersebut diambil dalam kurun waktu setiap 10 menit sampai minyak tidak lagi keluar dari dalam kondensor. Lembar pengambilan data dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Lembar pengambilan data

Waktu	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	Minyak
10									
20									
30									
40									
50									
60									
70									
80									
90									
100									
Jumlah									

3.7 Teknik Analisa Data

Penelitian ini menggunakan teknik analisa diskriptif yaitu dengan mengamati dan mendata secara langsung hasil pengujian kemudian dapat disimpulkan dan menentukan hasil penelitian yang telah dilakukan. Data yang dihasilkan meliputi temperatur masuk dan temperatur keluar melewati kondensor, volume minyak plastik, berat arang sisa pemanasan, waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan minyak, dan besar laju perpindahan panas pada kondensor.

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