

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1 Waktu Penelitian

Penelitian tentang pirolisis dilakukan pada bulan Juli 2017.

3.1.2 Tempat Penelitian

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

3.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang diperlukan pada saat penelitian sebagai berikut :

3.2.1 Ban Luar Sepeda Motor

Ban memiliki bahan dasar karet yang merupakan salah satu jenis polimer sintetis (polistiren). Polistiren adalah molekul yang memiliki berat molekul ringan, terbentuk dari monomer stirena yang berbau harum. Polistiren juga mempunyai kelebihan yaitu ringan, tahan terhadap panas, agak kaku, tidak mudah patah dan tidak beracun. *Polystirene* memiliki sifat fisis *melting point* (titik lebur) pada suhu 240 °C dengan massa jenis antara 25-200 kg/m³ (Damayanthi dan Martini, 2007). Karet yang biasanya digunakan untuk membuat ban adalah karet *butadiene*. Karet yang dibuat secara kepolimerisasi antar *butadiene* dan *stiren*. Sifatnya bervariasi, bergantung pada perbandingan mol kedua bahan itu. Biasanya yang dicampur adalah 5-6 mol *butadiene* dan 1 mol *stiren* (Surdia dan Saito 2005).

Limbah ban luar sepeda motor yang akan digunakan dalam pengujian pirolisis, mula-mula ban akan dipotong terlebih dahulu dengan ukuran 15 × 5 cm menggunakan alat potong (gerinda). Tahap selanjutnya bahan yang telah dipotong lalu di cuci untuk menghilangkan sisa kotoran dan dikeringkan. Untuk gambar limbah ban luar sepeda motor dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Limbah ban luar sepeda motor berukuran 15×5 cm

3.2.2 *Liquefied Petroleum Gas (LPG)*

Dalam penelitian ini LPG digunakan sebagai media bahan bakar untuk memanaskan reaktor yang didalamnya terdapat limbah ban bekas saat dilakukannya pengujian. Pada saat pengujian berlangsung gas LPG yang digunakan berukuran 3 kg gunanya untuk memudahkan pemasangan di dalam alat pirolisis tersebut. Saat posisi kosong LPG mempunyai berat sekitar 5 kg dan saat berisi mempunyai berat 8 kg. Tabung gas LPG dapat dilihat pada Gambar 3.2.



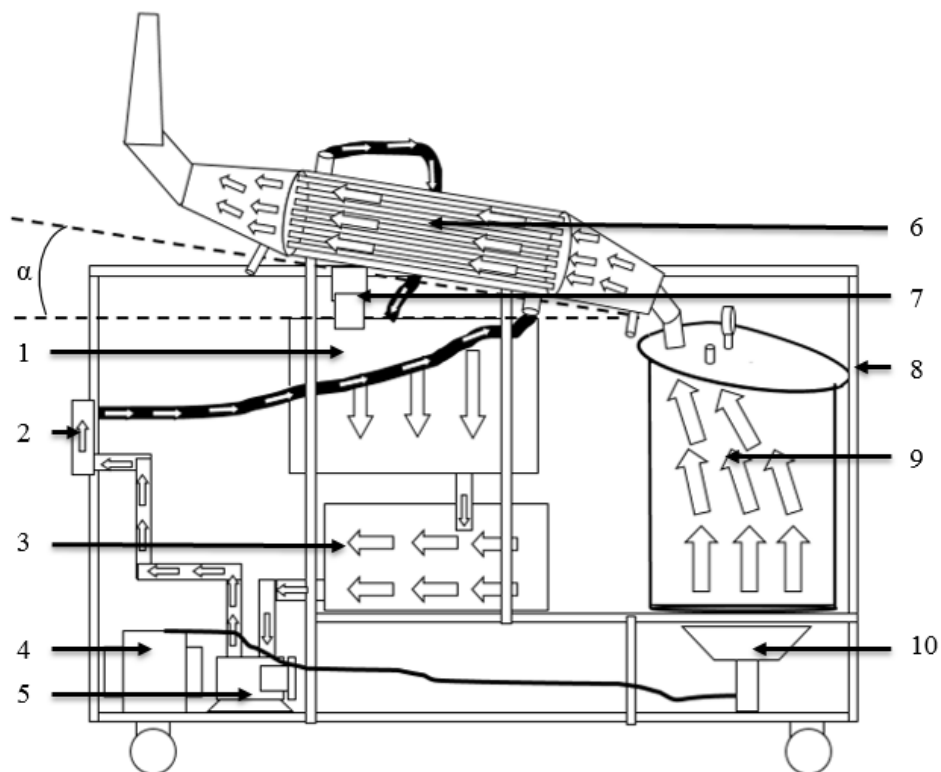
Gambar 3.2 Tabung gas LPG 3 kg

3.2.3 Air Pendingin

Air pendingin digunakan sebagai media untuk mendinginkan laju aliran asap saat pengujian pirolisis berlangsung. Dengan didinginkan asap yang berasal dari limbah ban maka asap tersebut akan mengalami kondensasi dan berubah fase menjadi cair (minyak).

3.3 Alat Penelitian

Dalam penelitian ini alat yang digunakan adalah alat pirolisis yang sederhana berbahan bakar gas LPG 3 kg dan air sebagai media pendingin. Alat pirolisis ini dilengkapi dengan adanya kondensor yang bisa di atur kemiringannya mulai dari sudut 0° , 15° , dan 30° . Sehingga dapat menjadi perbandingan yang lebih optimal untuk hasil yang diperoleh saat pengujian pirolisis berbahan limbah ban luar sepeda motor dengan debit air pendingin 12 LPM pada saat dilakukannya pengujian. Skema alat pirolisis dapat dilihat pada Gambar 3.3 dan alat pirolisis Gambar 3.4.



Gambar 3.3 Skema alat pirolisis

Keterangan gambar :

1. Radiator
2. *Flow meter*
3. Tabung penampung air
4. Gas LPG 3 kg
5. Pompa air
6. Kondensor
7. *Thermo reader*
8. Rangka alat
9. Reaktor
10. Kompor

Simbol (α) menunjukkan sudut kemiringan pada kondensor yang terdiri dari 3 variasi sudut yaitu 0° , 15° , dan 30° .



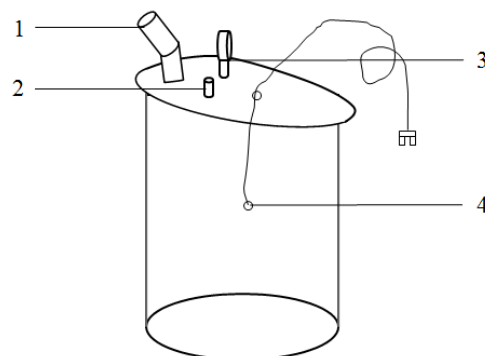
Gambar 3.4 Alat pirolisis

3.4 Komponen-Komponen Alat Pirolisis

Alat pirolisis yang digunakan untuk penelitian limbah ban bekas sepeda motor terdiri dari beberapa komponen dan alat yaitu :

3.4.1 Reaktor

Reaktor merupakan komponen alat pirolisis yang berfungsi sebagai penampung bahan baku yang akan di pirolisis. Reaktor yang digunakan pada alat pirolisis ini berbentuk tabung dengan diameter 46 cm dan panjang 60 cm. Untuk reaktor dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Tabung reaktor

Keterangan gambar :

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

3.4.2 Kondensor

Kondensor merupakan bagian dari alat pirolisis yang berfungsi untuk mengkondensasi asap menjadi cairan (minyak). Kondensor ini memiliki diameter 20 cm dengan panjang 50 cm dan terdapat 18 pipa-pipa tembaga berdiameter 9 mm di dalamnya. Pipa-pipa tembaga tersebut berfungsi selain untuk lewatnya laju aliran asap juga untuk menghantarkan panas. Didalam kondensor pipa-pipa tembaga dialiri air yang bersirkulasi sehingga asap mengalami kondensasi. Untuk kondensor dapat dilihat pada Gambar 3.6.



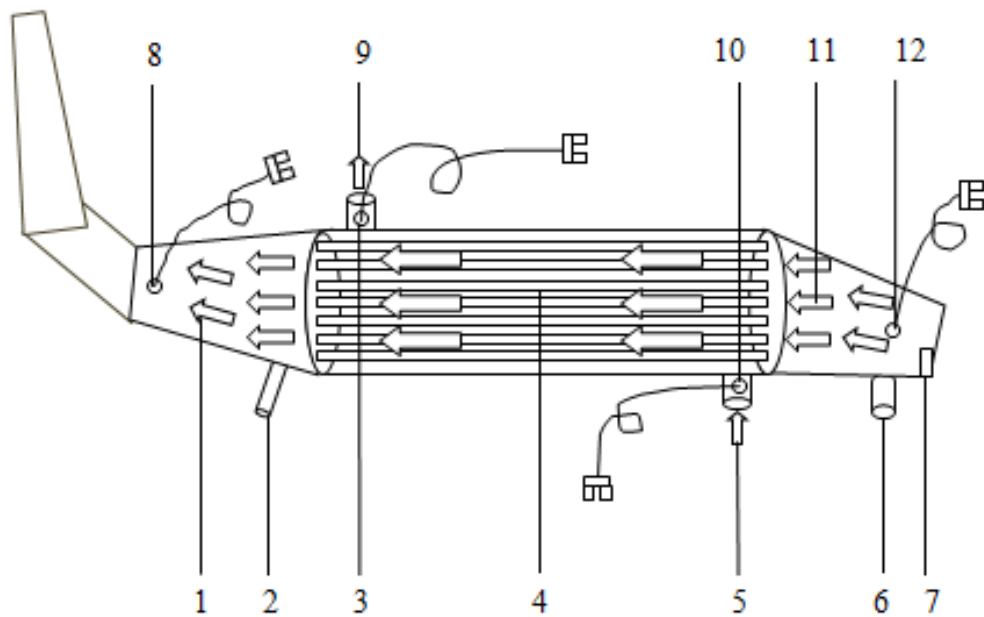
(a)

(b)



(c)

Gambar 3.6 Variasi sudut kondensor (a) 0°, (b) 15°, dan (c) 30°.



Gambar 3.7 Skema kondensor

Keterangan gambar :

1. Aliran asap keluar
2. Lubang keluar minyak
3. T3
4. Pipa tembaga
5. Lubang masuk air
6. Lubang keluar minyak
7. Stopan minyak
8. T4
9. Lubang keluar air
10. T2
11. Aliran asap keluar
12. T1

3.4.3 Radiator

Radiator merupakan komponen alat yang berfungsi untuk mendinginkan air yang telah digunakan/melewati kondensor. Radiator yang digunakan pada alat pirolisis ini jenis radiator mobil toyota rush tahun 2008. Untuk radiator dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Radiator

3.4.4 Kompor

Kompor yang digunakan pada alat pirolisis adalah kompor berjenis zeppelin *high pressure*. Kompor ini berfungsi untuk memanaskan tabung reaktor yang berisi limbah ban bekas yang akan di pirolisis. Untuk kompor tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.9 dan untuk spesifikasinya dapat dilihat pada Tabel 3.1.



Gambar 3.9 Kompor

Tabel 3.1 Spesifikasi kompor

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

3.4.5 Pompa air

Pompa yang digunakan pada alat pirolisis adalah pompa berjenis shimzu PS-128 BIT. Pompa air ini berfungsi sebagai pendorong air agar dapat bersirkulasi dari bak penampung (tabung air) menuju kondensor sehingga asap yang berada didalam kondensor dapat didinginkan dan terkondensasi. Untuk pompa dapat dilihat pada Gambar 3.10 dan untuk spesifikasinya dapat dilihat pada Tabel 3.2.



Gambar 3.10 Pompa air

Tabel 3.2 Spesifikasi pompa air

Pompa shimzu PS-128 BIT	
Voltage/Hz	220/50
Daya output motor	125 w
Daya input motor	0.3 kw
Panjang pipa hisap	9 m
Daya dorong max	33 m
Head (m)	10 kapasitas 18 LPM
Head (m)	20 kapasitas 10 LPM
Pipa hisap	1 inch
Pipa dorong	1 inch
Putaran	2900 rpm

3.4.6 *Flow meter*

Flow meter merupakan komponen alat pirolisis yang berfungsi untuk mengatur debit/kecepatan aliran suatu fluida yang nanti fluida (air) sebagai media pendingin akan dialirkan masuk kedalam kondensor. *Flow meter* yang digunakan memiliki 2 ukuran pembacaan yaitu GPM (*Gallon Per Minute*) dan LPM (*Liter per Minute*). *Flow meter* dapat dilihat pada Gambar 3.11 dan untuk spesifikasinya dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Gambar 3.11 *Flow meter*

Tabel 3.3 Spesifikasi *flow meter*

<i>Type</i>	<i>Panel Mount</i>
<i>Minimum reading</i>	0.5 GPM atau 2 LPM
<i>Maximum reading</i>	5 GPM atau 18 LPM

3.4.7 Tabung air pendingin

Tabung/bak penampung air pada alat pirolisis ini berfungsi sebagai tempat penampung air yang digunakan untuk sistem pendingin. Tabung air yang digunakan berbentuk tabung dengan diameter 35 cm dan panjang 50 cm. Untuk tabung air pendingin dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Tabung air pendingin

3.4.8 Gelas ukur

Gelas ukur yang digunakan pada alat pirolisis berfungsi untuk menampung hasil minyak dan untuk mengukur volume minyak dari hasil pengujian. Gelas ukur yang digunakan berukuran 1000 ml. Gelas ukur dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13 Gelas ukur 1000 ml

3.4.9 *Thermo reader*

Thermo reader HT-9815 pada alat pirolisis digunakan untuk mengukur temperature yang terdapat pada reaktor dan kondensor. Dimensi pada alat $200 \times 85 \times 38$ mm dengan berat 350 gram. Pada percobaan ada 5 titik pengukuran suhu dimasing-masing bagian yaitu bagian dalam reaktor, lubang masuk asap dari reaktor, lubang keluar asap dari kondensor, lubang masuk air pendingin, dan lubang keluar air pendingin. Untuk gambar *thermo reader* dapat dilihat pada Gambar 3.14 dan spesifikasinya dapat dilihat pada Tabel 3.4.



Gambar 3.14 *Thermo reader*

Tabel 3.4 Spesifikasi *thermo reader*

<i>Thermo reader</i> HT-9815	
<i>Channel</i>	4 channel
<i>Temperature range</i>	-200~1372°C / -328~2501°F
<i>Accuracy</i>	>100°C : 1°C <100°C : 2°C
<i>K-type thermocouple resolution</i>	<1000°C : 0.1°C/°F/K >1000°C : 1°C/°F/K

3.4.10 Pipa dan selang air

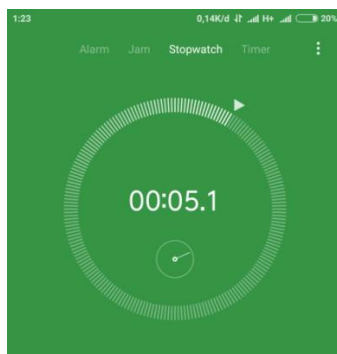
Pipa dan selang air pada alat pirolisis digunakan sebagai tempat mengalirkan fluida (air) dari bak penampung air menuju kearah kondensor dan radiator pada saat pengujian berlangsung. Selang juga digunakan sebagai tempat untuk mengalirkan minyak dari hasil pirolisis yang akan di tampung oleh gelas ukur untuk sementara. Pipa yang digunakan adalah pipa PVC dengan diameter 1 inch, selang air berdiameter 1 inch dan selang untuk minyak berdiameter 3/8 inch. Untuk pipa dan selang air dapat dilihat pada Gambar 3.15.



Gambar 3.15 Pipa dan selang air

3.4.11 Stopwatch

Stopwatch berfungsi untuk mengukur lama waktu yang diperlukan saat pengujian pirolisis dilakukan. *Stopwatch* yang digunakan adalah *stopwatch* yang terdapat pada ponsel xiamo. Untuk *stopwatch* dapat dilihat pada Gambar 3.16.



Gambar 3.16 *Stopwatch* ponsel xiaomi

3.4.12 Timbangani digital

Timbangan yang digunakan yaitu timbangan digital gantung dan timbangan digital duduk. Timbangan gantung berfungsi untuk mengukur berat limbah ban sebelum dilakukan percobaan dan berat bahan bakar LPG sebelum dan sesudah percobaan, sedangkan timbangan digital duduk berfungsi untuk mengukur berat abu sisa pembakaran limbah ban, dan massa minyak limbah ban hasil pirolisis. Pada timbangan digital gantung memiliki pengukuran berat dengan kapasitas maksimal 50 kilogram dengan ketelitian 10 gram, sedangkan untuk timbangan digital duduk memiliki kapasitas maksimal pengukuran pada massa sebesar 5 kilogram dengan ketelitian 1 gram. Untuk timbangan digital dapat dilihat pada Gambar 3.17 dan 3.18.



Gambar 3.17 Timbangan digital gantung



Gambar 3.18 Timbangan digital duduk

3.4.13 Gerinda

Gerinda berfungsi sebagai alat bantu untuk memotong limbah ban bekas agar lebih praktis dan tidak membutuhkan waktu yg lama dalam proses pemotongan bahan baku. Gerinda yang digunakan adalah gerinda tangan maktec MT90. Untuk gambar gerinda tangan dapat dilihat pada Gambar 3.19 dan untuk spesifikasinya dapat dilihat pada Tabel 3.5.



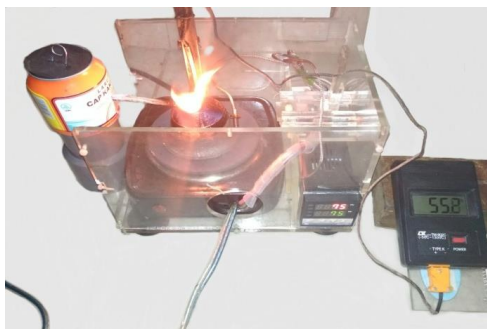
Gambar 3.19 Gerinda

Tabel 3.5 Spesifikasi gerinda

Gerinda maktec MT90	
Voltase	220V/50Hz
Daya listrik	540 Watt
Ukuran <i>spindle</i>	M10 × 1.5
Kecepatan tanpa beban	12000 rpm

3.4.14 *Flash point*

Flash point merupakan alat uji yang digunakan untuk mengukur suhu titik nyala suatu minyak hasil proses pirolisis. Gambar alat uji *flash point* dapat dilihat pada Gambar 3.20.



Gambar 3.20 Alat uji *Flash point*

3.4.15 **Timbangan digital (Alat uji densitas)**

Timbangan digital (alat uji densitas) berfungsi untuk mengukur massa jenis atau satuan berat suatu minyak hasil dari proses pirolisis. Alat yang digunakan adalah timbangan digital fujitsu dengan kapasitas maksimal 2000 gram dengan ketelitian 0.1 gram. Timbangan digital dapat dilihat pada Gambar 3.21 dan untuk spesifikasinya dapat dilihat pada Tabel 3.6.



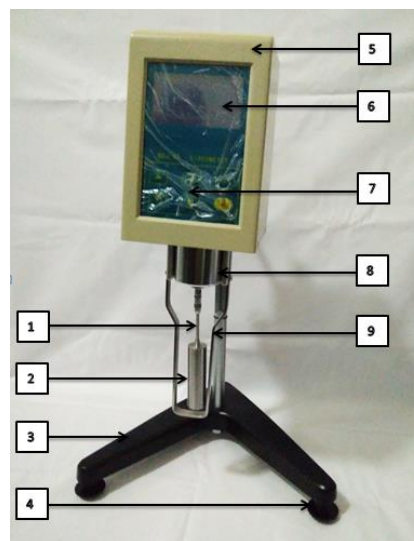
Gambar 3.21 Timbangan digital (alat uji densitas)

Tabel 3.6 Spesifikasi timbangan (alat uji densitas)

Timbangan digital fujitsu	
Kapasitas maksimum	2000 gram
Ketelitian	0.01 gram
Ukuran penampang	156 × 156 mm

3.4.16 *Viscometer* NDJ-8S

Viscometer NDJ-8S merupakan alat yang digunakan untuk mengukur kekentalan (viskositas) suatu zat dalam bentuk cair seperti minyak hasil proses pirolisis limbah ban bekas. *Viscometer* dapat dilihat pada Gambar 3.22 dan untuk spesifikasi dapat dilihat pada Tabel 3.7.

Gambar 3.22 *Viscometer* NDJ8S

Keterangan gambar :

1. Rotor
2. Rotor *connector*.
3. *Base* (dudukan).
4. Penyesuai tingkat *knob*.
5. Level *indicator*
6. LCD.

7. Tombol pengoprasian
8. *Housing*
9. *Braket* (pelindung)

Tabel 3.7 Spesifikasi alat *viscometer*

<i>Viscometer</i> NDJ-8S	
Rentang pengukuran	1~2 x 10 ⁶ 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
Kelembaban relatif	≤ 80 %.

3.4.17 *Calorimeter*

Calorimeter merupakan alat yang digunakan untuk mengukur jumlah suatu kalor (nilai kalori) yang dihasilkan suatu cairan per gram. Jenis *calorimeter* yang digunakan adalah *parr 6050 Calorimeter* memiliki panjang 27 cm, lebar 45 cm dan tinggi 42 cm. Alat *calorimeter* ini bisa melakukan uji nilai kalori pada sampel 4-6 kali pengujian per jam. Pada setiap kali pengujiannya membutuhkan durasi waktu 8-12 menit. *Calorimeter* dapat dilihat pada Gambar 3.23.



Gambar 3.23 *Calorimeter*

3.5 Parameter Penelitian

1. Efisiensi variabel untuk waktu yang dibutuhkan dalam pengujian pirolisis limbah ban bekas.
2. Efektifitas variasi sudut yang digunakan dalam pengujian pirolisis dari hasil minyak yang diperoleh.
3. Efektifitas variasi sudut yang digunakan terhadap perpindahan panas dalam pengujian pirolisis.

3.6 Teknik Pengumpulan Data

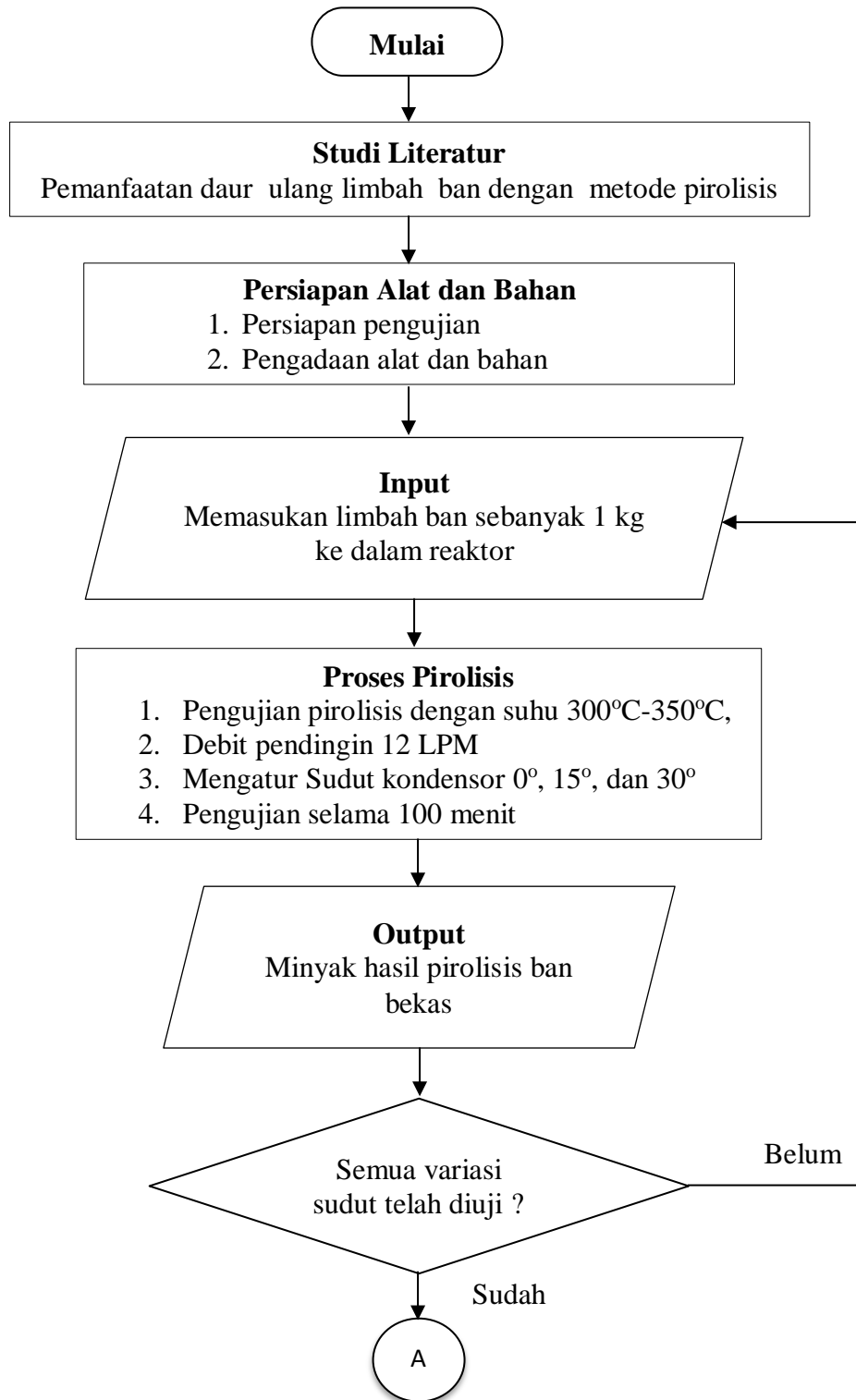
Metode pengumpulan data yang dilakukan dalam pengujian pirolisis berbahan limbah ban luar sepeda motor yaitu melalui metode observasi efisiensi kerja kondensor dengan melihat hasil minyak dari proses pirolisis berbahan limbah ban luar sepeda motor yang berhasil terkondensasi dan melihat proses dari efektifitas perpindahan panas yang terjadi didalam kondensor. Proses penelitian ini bermula dengan memasukan limbah ban luar sepeda motor dengan massa 1 kg ke dalam reaktor dan selanjutnya proses pemanasan ban didalam reaktor. Ban yang akan dipanaskan sebelumnya telah di potong kecil-kecil dengan ukuran 15×5 cm. Tabung reaktor dipanaskan dengan suhu $300\text{--}350$ °C dalam jangka waktu kurang lebih dari 100 menit dan dijaga pada tekanan 1 atm. Setelah proses pemanasan limbah ban luar berjalan selanjutnya uap ban akan diembunkan di dalam kondensor yang telah dialiri air sebagai media pendingin dengan arah aliran

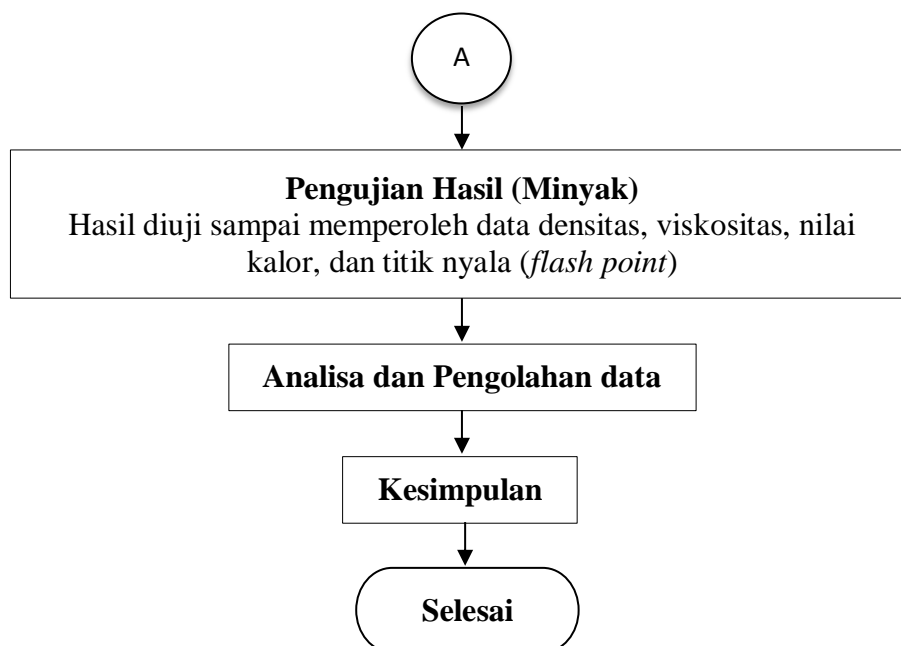
searah aliran uap (*parallel flow*). Minyak yang diperoleh dari hasil pengembunan kemudian akan ditampung dan dibandingkan pada setiap 10 menit. Perbandingan antara hasil minyak dengan massa limbah ban sebelum diperlakukan proses pemanasan akan memberikan nilai efisiensi pada kondensor berdasarkan hasil pengembunan (kondensasi).

Proses perpindahan panas akan diamati setiap 10 menit yang terjadi didalam kondensor dan nilai laju perpindahan panas yang terjadi pada kondensor selanjutnya akan dibandingkan untuk menentukan efektifitas kondensor berdasarkan proses perpindahan panas. Setelah mendapatkan hasil minyak, kemudian minyak hasil pirolisis akan di uji karakteristiknya untuk dibandingkan nilainya dengan bahan bakar minyak (BBM) yang ada dipasaran. Untuk sifat karakteristik minyak yang diuji yaitu nilai densitas, viskositas, nilai kalor, dan *flash point*.

3.7 Proses Penelitian

Alur penelitian pirolisis pada limbah ban luar sepeda motor dapat dilihat pada diagram alir Gambar 3.24 sebagai berikut :





Gambar 3.24 Diagram alir pengujian

3.7.1 Persiapan sebelum percobaan

Berikut ini adalah langkah – langkah persiapan yang dilakukan sebelum pengujian proses pirolisis limbah ban sebagai berikut :

1. Dalam melakukan suatu penelitian, terlebih dahulu peneliti akan melakukan studi kasus. Tujuan dari studi kasus ini adalah untuk mengetahui sudah sejauh mana perkembangan tentang pirolisis ini. Melihat semakin berkembangnya dunia otomotif salah satunya adalah kendaraan bermotor yang pada setiap tahunnya produksi ban meningkat dan banyaknya limbah ban yang dihasilkan, hanya beberapa jenis ban yang bisa dimanfaatkan untuk dibuat kerajinan dan sebagian lagi dibiarkan bahkan ada juga yang dibakar begitu saja, maka dengan adanya masalah tersebut dapat disimpulkan bahwa limbah ban belum dapat terdaur ulang dengan baik. Selain dari faktor limbah ban tersebut, penelitian ini juga menemukan bahwa proses pirolisis limbah ban dapat didaur ulang menjadi minyak yang bisa dimanfaatkan lagi sebagai bahan bakar alternatif. Alat pirolisis yang ada masih menemui hambatan-hambatan sehingga tidak efisien dalam pengolahan limbah ban.

2. Sebelum melakukan pembuatan alat pirolisis, hal yang paling utama dilakukan yaitu dengan membuat desain yang akurat untuk alat yang akan dibuat dan dilakukan percobaan pada alat. Dibuat juga analisa tentang alat tersebut agar nantinya lebih maksimal.
3. Mempersiapkan alat-alat yang digunakan dalam proses pirolisis ban. Menggabungkan semua perlengkapan komponen alat pirolisis yang terdiri dari reaktor dan kelengkapannya, pipa penghantar, kondensor dan kelengkapannya, penampung minyak hasil dari pirolisis dan saluran air pendingin beserta kelengkapan pada kerangka besi yang sudah disiapkan.
4. Mempersiapkan bahan yang akan diuji, yaitu limbah ban luar sepeda motor.
5. Memotong limbah ban menjadi kecil-kecil dengan ukuran 15 x 5 cm.
6. Membersihkan limbah ban dengan air.
7. Mengeringkan limbah ban, dan pastikan limbah ban benar-benar kering tidak meninggalkan sisa air.
8. Menimbang limbah ban seberat 1 kg.

3.7.2 Proses pirolisis ban

Berikut ini adalah langkah – langkah dalam pengujian proses pirolisis limbah ban luar sepeda motor sebagai berikut :

1. Masukkan limbah ban yang akan diuji ke dalam reaktor secara bergantian dan mengatur kemiringan kondensor, yaitu dengan sudut 0°.
2. Menyalakan kompor untuk memanaskan ban yang ada di dalam reaktor dengan sudut kondensor yang berbeda setiap percobaan.
3. Menghidupkan pompa untuk mengalirkan air sebagai pendingin kondensor dan mendinginkan asap.
4. Mengatur debit air pendingin dengan debit air 12 LPM.
5. Menghidupkan *thermo reader* untuk mengetahui suhu masuk asap pada kondensor, suhu keluarnya asap pada kondensor, suhu masuk air, suhu keluar air, dan suhu yang ada pada reaktor.

6. Mengamati dan mencatat suhu masuk dan keluarnya asap dari proses pirolisis limbah ban setiap 10 menit.
7. Mengamati dan mencatat suhu masuk dan keluarnya air pendingin pada kondensor setiap 10 menit.
8. Mengamati dan mencatat suhu didalam reaktor setiap 10 menit.
9. Mengamati dan mencatat minyak yang dihasilkan dari limbah ban setiap 10 menit.
10. Mengulangi langkah - langkah pada setiap percobaan yang sama dengan mengganti kemiringan sudut pada kondensor dengan sudut 15° dan percobaan selanjutnya dengan sudut kondensor 30° .

3.7.3 Pengujian hasil minyak pirolisis

Berikut ini adalah langkah – langkah dalam pengujian hasil minyak pirolisis limbah ban sebagai berikut :

1. Setelah proses pengujian pirolisis dari limbah ban bekas selesai, minyak dari limbah ban luar yang berhasil diperoleh lalu diambil dan dikumpulkan.
2. Mengukur total asap cair yang berhasil didapat dari proses pirolisis.
3. Melakukan pengujian terhadap asap cair (minyak) yang di peroleh dengan uji titik nyala (*flash point*), densitas, viskositas, dan nilai kalor.
4. Mengumpulkan abu sisa pembakaran yang ada didalam reaktor dan kemudian mengukur massanya.

3.7.4 Pelaksanaan setelah percobaan

1. Menganalisa dan mengolah data yang sudah diperoleh.
2. Setelah semua sampel minyak hasil pirolisis dan semua data serta analisa berhasil didapatkan, berikutnya akan dilakukan perhitungan perbandingan minyak ban yang dihasilkan dengan bahan limbah ban yang digunakan dan akan dilakukan perhitungan sehingga dapat melihat efektifitas kondensor berdasarkan proses perpindahan panas, banyaknya minyak, dan perbandingan dengan abu yang tersisa dari hasil pembakaran.

3.8 Data Penelitian

Data yang diambil pada saat pengujian meliputi T1 sebagai pengukur suhu asap yang masuk ke dalam kondensor, T2 sebagai pengukur suhu air pendingin yang masuk ke dalam kondensor, T3 sebagai pengukur suhu air pendingin yang keluar dari kondensor, T4 sebagai pengukur asap yang keluar dari dalam kondensor, TR sebagai pengukur suhu di dalam reaktor dan data hasil minyak serta abu yang diperoleh. Pendataan ini diambil pada setiap per 10 menit sampai dengan menit ke 100. Lembar pengambilan data yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8 Lembar pengambilan data suhu dan hasil minyak ban

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

3.9 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 limbah ban luar 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.

3.10 Pengujian Hasil Bahan Bakar Cair

3.10.1 Pengujian *Flash Point*

Berikut ini adalah langkah-langkah dalam pengujian nilai kalor diantaranya yaitu :

1. Menyiapkan sampel minyak yang telah dihasilkan dari proses pirolisis.
2. Mempersiapkan alat uji *flash point*.
3. Menakar minyak hasil sebanyak 10 ml pada gelas ukur.
4. Menempatkan minyak pada cawan, dan panaskan sampel tersebut.
5. Menyalakan sumbu sebagai pemicu nyala api.
6. Mencatat hasil pengujian *flash point*.
7. Membersihkan, merapikan, dan mengembalikan gelas ukur dan alat uji *flash point* setelah pengujian.

3.10.2 Pengujian Densitas

Berikut ini adalah langkah-langkah dalam pengujian densitas diantaranya yaitu :

1. Menyiapkan sampel minyak yang telah dihasilkan.
2. Mempersiapkan gelas ukur dan neraca digital.
3. Menimbang gelas ukur pada neraca dalam kondisi kosong dan setelah itu neraca dikalibrasi.
4. Menuang sampel minyak hasil dari proses pirolisis ke dalam gelas ukur.
5. Menempatkan gelas ukur yang sudah terisi minyak ke dalam neraca digital
6. Mencatat hasil pengujian densitas.
7. Membersihkan, merapikan, dan mengembalikan gelas ukur serta neraca digital setelah pengujian.

3.10.3 Pengujian Viskositas

Berikut ini adalah langkah-langkah dalam pengujian viskositas diantaranya yaitu :

1. Menyiapkan minyak yang telah dihasilkan dari proses pirolisis.
2. Mempersiapkan alat uji viskositas berupa, alat *viscometer* NDJ 8S.
3. Memasang rotor pada *viscometer* NDJ 8S.

4. Memasukkan sampel minyak ke dalam gelas ukur 500 ml.
5. Menempatkan gelas ukur di bawah rotor *viscometer* dan memasukkan rotor ke dalam gelas yang berisi minyak hasil pirolisis sampai rotor tercelup $\frac{3}{4}$ bagian ke dalam minyak.
6. Memasang kabel *power viscometer* ke sumber tenaga listrik.
7. Menghidupkan tombol *power viscometer* dan mengatur settingan jenis rotor serta kecepatan putar rotor pada *control panel*.
8. Kecepatan putar rotor yang digunakan adalah 30 dan 60 rpm.
9. Menjalankan alat *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, dan persentase.
11. Menekan tombol riset pada *control panel*.
12. Mengulangi langkah pengujian tersebut sebanyak 5 kali dengan tujuan memperoleh hasil rata-rata yang maksimal.
13. Parameter uji temperatur yang digunakan pada sampel minyak dengan suhu kamar.
14. Mematikan alat *viscometer*.
15. Membersihkan, merapikan, dan mengembalikan gelas ukur, rotor dan alat *viscometer* tersebut.

3.10.4 Pengujian Nilai Kalor

Berikut ini adalah langkah-langkah dalam pengujian nilai kalor diantaranya yaitu :

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