

`BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1 Waktu Penelitian

Penelitian tentang pirolisis dilakukan pada bulan Maret 2018.

3.1.2 Tempat Penelitian

Pengujian pirolisis, viskositas, densitas, dan *flash point* minyak hasil dari pirolisis limbah ban dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Pengujian nilai kalor dilakukan di Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu (LPPT) Universitas Gadjah Mada.

3.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang diperlukan pada saat penelitian antara lain :

3.2.1 Limbah Ban Luar

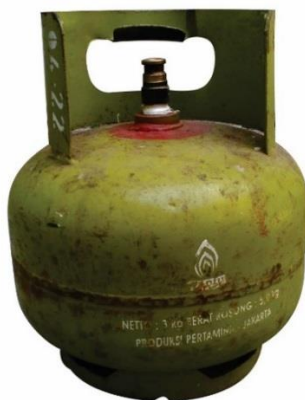
Ban yang berbahan dasar karet merupakan salah satu polimer sintetis (polistiren). Polistiren merupakan molekul yang memiliki berat molekul ringan, terbentuk dari monomer stirena yang berbau harum. Polistiren mempunyai kelebihan yaitu ringan, keras, tahan panas, agak kaku, tidak mudah patah dan tidak beracun. Ban memiliki titik leleh pada suhu 240 °C dan mempunyai massa jenis antara 25-200 kg/m³ (Somad, 2010). Dalam melakukan pengujian limbah ban di potoong-potong menjadi ukuran 12x5 cm menggunakan alat potong gergaji besi kemudian dibersihkan dengan dicuci lalu dikeringkan, limbah ban yang digunakan seberat 3 kg.



Gambar 3.1. Limbah ban luar ukuran 12x5 cm

3.2.2 *Liquefied Petroleum Gas (LPG)*

Gas LPG digunakan sebagai bahan bakar untuk memanaskan limbah ban saat melakukan pengujian. Gas LPG yang digunakan yaitu dengan berat 3 kg dengan berat kosong 5 kg dan pada saat terisi penuh berat total 8 kg. Tabung gas LPG yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.2.



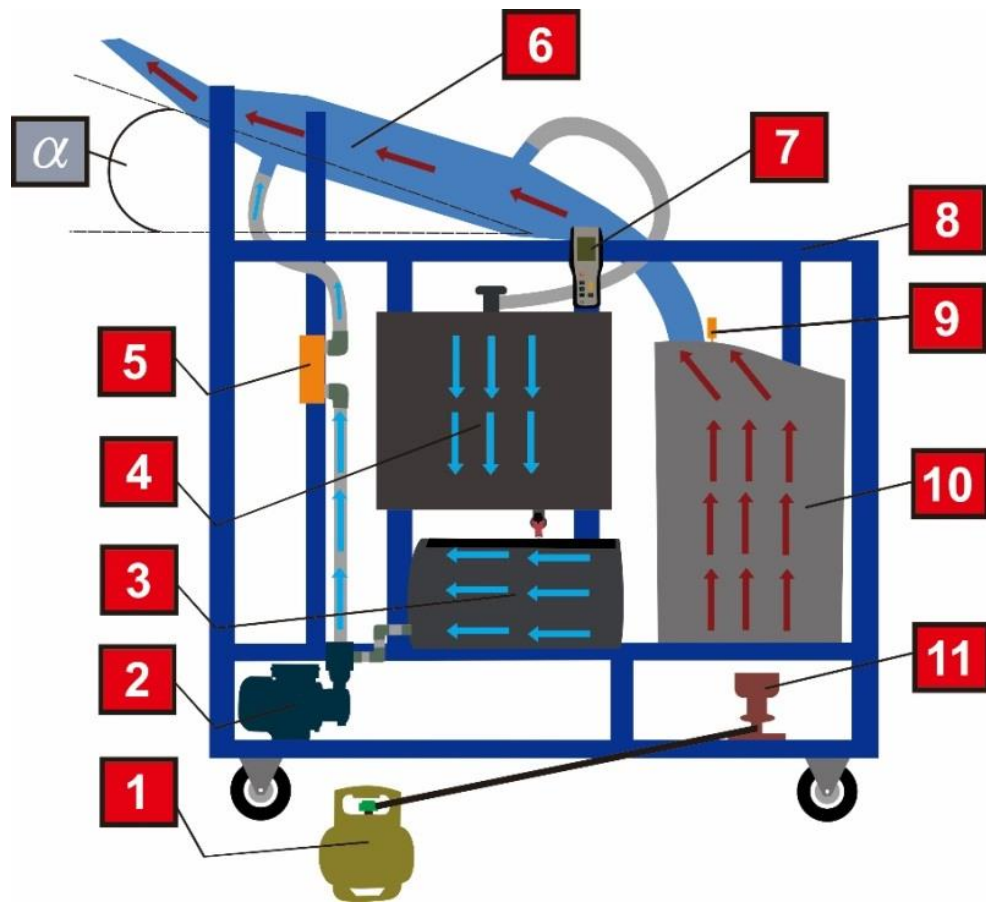
Gambar 3.2. Tabung LPG 3 kg

3.2.3 Air pendingin

Air pendingin berguna untuk mendinginkan asap pada kondensor saat pengujian pirolisis berlangsung. Dengan didinginkannya asap dari limbah ban maka asap tersebut akan berubah menjadi cair melalui proses kondensasi.

3.3 Alat penelitian

Dalam penelitian ini alat yang digunakan adalah alat pirolisis sederhana berbahan bakar gas LPG dan berpendingin air. Alat ini dilengkapi dengan kondensor yang kemiringannya dapat diatur mulai dari 0° , 15° dan 30° , sehingga dapat diketahui pengaruhnya ketika proses pirolisis limbah ban dengan debit air pendingin 6 LPM dilakukan. Pengisolasian pada tabung reaktor dan kondensor juga untuk menjaga suhu gas didalam aliran tidak terpengaruh oleh suhu lingkungan luar. Alat pirolisis dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Skema Alat Pirolisis

Keterangan gambar :

1. Gas LPG
2. Pompa air
3. Penampung air
4. Radiator
5. Flow Meter
6. Kondensor
7. Thermocouple Reader
8. Kerangka
9. Manometer
10. Reaktor
11. Kompor



Gambar 3.4. Alat Pirolisis

3.3.1 Bagian-bagian alat pirolisis

Alat pirolisis yang digunakan untuk pengujian antara lain :

3.3.2 Kompor

Kompor pada alat pirolisis digunakan untuk memanaskan tabung reaktor yang di dalamnya berisi limbah ban yang akan dipirolisis. Kompor tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Kompor Gas

3.3.3 Pompa air

Pompa air pada alat pirolisis digunakan untuk mendorong air yang berada di tabung penampungan air menuju kondensor sehingga air dapat bersirkulasi dan dapat mendinginkan asap yang masuk ke dalam kondensor. Pompa air dapat dilihat ada Gambar 3.6.

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 3.6. Pompa Air

3.3.4 Timbangan Digital

Timbangan digital yang digunakan yaitu timbangan gantung dan timbangan duduk. Timbangan digital gantung digunakan untuk mengukur berat berat LPG sebelum dan sesudah melakukan pengujian, limbah ban luar, dan abu sisa pembakaran setelah percobaan. Timbangan duduk digunakan untuk mengukur massa minyak pirolisis limbah ban hasil percobaan. Timbangan gantung memiliki kapasitas maksimal 50 kg dengan ketelitian 10 gram, sedangkan timbangan duduk memiliki kapasitas maksimal 5 kg dengan ketelitian 1 gram. Timbangan yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.7. dan 3.8.



Gambar 3.7 Timbangan Digital Gantung



Gambar 3.8 Timbangan Digital Duduk

3.3.5 Gelas Ukur

Gelas ukur digunakan untuk mengukur volume minyak hasil pirolisis. Gelas ukur yang digunakan adalah yang berukuran 1000 ml. Gelas ukur dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Gelas Ukur

3.3.6 *Thermocouple Reader*

Thermocouple reader digunakan untuk membaca suhu dari thermocouple yang ada pada kondensor dan reaktor. Suhu yang diukur ada 8 titik yaitu: lubang masuk air pendingin, lubang keluar air pendingin, lubang masuk asap dari reaktor, lubang keluar asap dari kondensor dan 4 titik pada reaktor. *Thermocouple reader* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.10.

Tabel 3.2. Spesifikasi *Thermo reader*

Spesifikasi	
Model	HT-9815
Pembacaan suhu	°C/°F/K
Pembacaan LCD	4 suhu <i>thermocouple</i> tipe-K
Range teperatur	-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. *Thermo reader*

3.3.7 *Stopwatch*

Stopwatch digunakan untuk mengukur lama waktu yang diperlukan untuk melakukan percobaan pirolisis. *Stopwatch* yang digunakan berasal dari aplikasi *handphone* xiami mi 2014, dapat dilihat pada Gambar 3.11.

Gambar 3.11. *Stopwatch*

3.3.8 *Flow Meter*

Flow meter yang digunakan pada alat pirolisis memiliki fungsi untuk mengatur debit aliran *fluida* yang akan dialirkan masuk ke kondensor. *Flow meter* yang digunakan dengan satuan debit aliran 1-5 GPM / 2-18 LPM, dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 *Flow Meter*

3.3.9 Tabung Air Pendingin

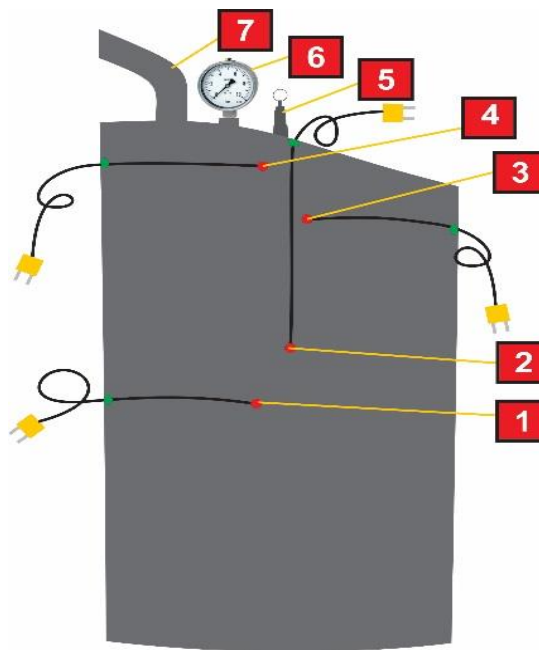
Tabung air pendingin digunakan untuk menampung air pendingin dalam sistem pendinginan atau kondensasi. Tabung air yang digunakan berbentuk tabung dengan diameter 35 cm dan panjang 50 cm, dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3. 13. Tabung air pendingin

3.3.10 Reaktor

Reaktor pada alat pirolisis berfungsi untuk menampung bahan uji yang akan dipirolisis. Reaktor berukuran diameter 46 cm dengan tinggi 60 cm. Reaktor pirolisis dapat dilihat pada gambar 3.14.



Gambar 3.14. Tabung Reaktor

Keterangan:

1. T8
2. T5
3. T7
4. T6
5. *Safety valve*
6. Manometer
7. Lubang keluar asap

3.3.11 Radiator

Radiator yang digunakan pada alat pirolisis berfungsi untuk mendinginkan air setelah digunakan di kondensor. Radiator yang digunakan adalah radiator mobil Toyota Rush tahun 2008, radiator dapat dilihat pada Gambar 3.15.



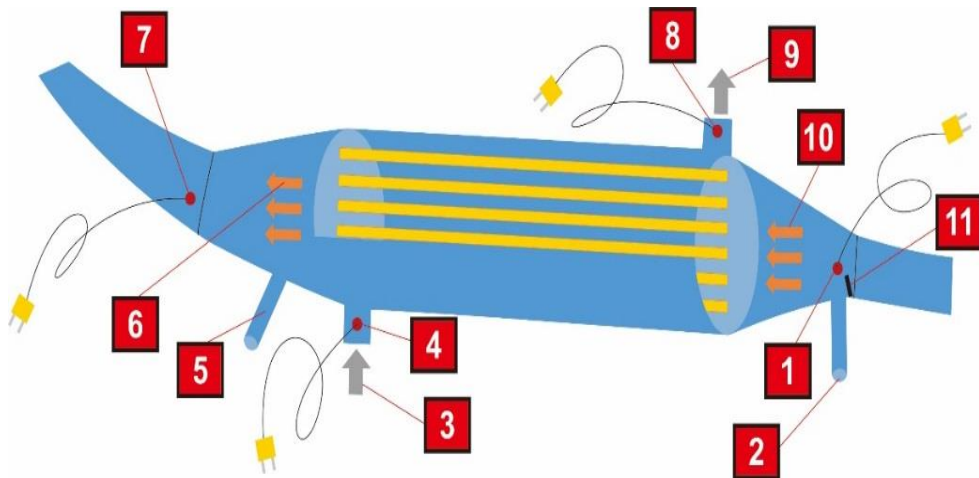
Gambar 3.15 Radiator

3.3.12 Kondensor

Kondensor digunakan pada alat pirolisis memiliki fungsi untuk mengkondensasi asap menjadi minyak. Asap mengalir pada pipa-pipa tembaga di dalam kondensor, kemudian air yang mengalir disekitarnya akan mendinginkan pipa tembaga sekaligus asap yang mengalir didalamnya sehingga terkondensasi menjadi minyak. Kondensor mempunyai diameter 20 cm dan panjang 50 cm dan terdapat pipa-pipa tembaga berdiameter 3/8 inch berjumlah 18. Kondensor dapat dilihat pada Gambar 3.16.



Gambar 3.16. Kondensor



Gambar 3.17. Skema Kondensor

Keterangan gambar:

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

3.3.13 Manometer

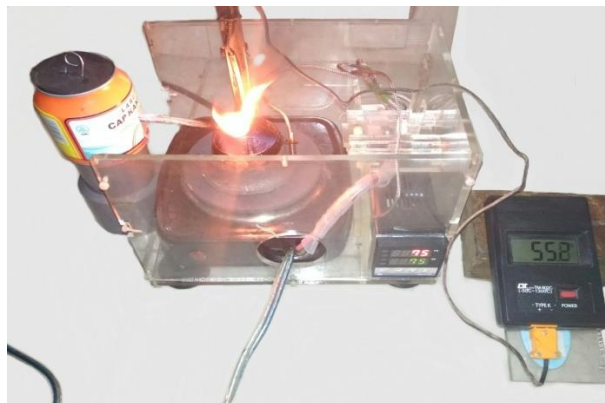
Manometer adalah alat untuk mengukur tekanan pada reaktor alat pirolisis. Manometer dapat dilihat pada Gambar 3.17.



Gambar 3.18. Manometer

3.3.14 *Flash Point Tester*

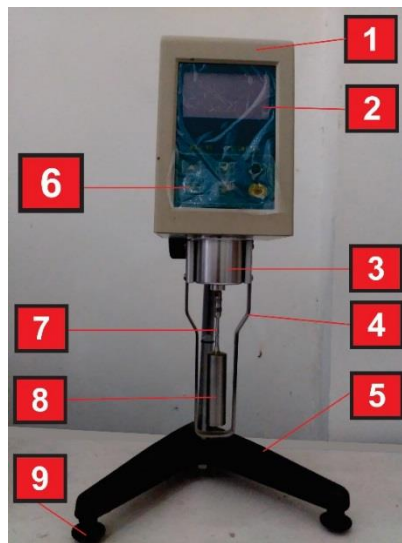
Flash point tester adalah alat uji yang digunakan untuk mengetahui nilai titik nyala pada minyak hasil proses pirolisis limbah ban. *Flash point tester* dapat dilihat pada Gambar 3.18.



Gambar 3.19. *Flash point tester*

3.3.15 *Viscometer NDJ 8S*

Viscometer NDJ 8S merupakan *viscometer* digital yang digunakan untuk mengukur viskositas (kekentalan) suatu zat cair. Minyak hasil pirolisis limbah ban akan diuji tingkat kekentalannya dengan melakukan pengujian viskositas. *Viscometer* dapat dilihat pada Gambar 3.20.



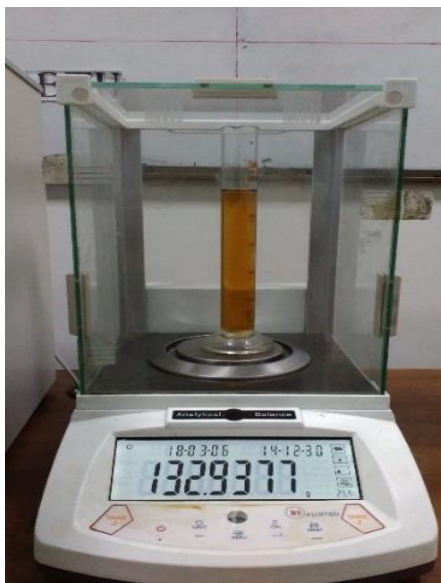
Gambar 3.20. Bagian-bagian *viscometer* NDJ 8S

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*.

3.3.16 Timbangan Digital dan Gelas Ukur

Densitas atau massa jenis adalah ukuran massa disetiap volume benda atau fluida. Semakin tinggi nilai densitas maka semakin besar nilai massa di setiap volumenya. Densitas dapat diketahui dengan volume dan menimbang beratnya. Alat untuk mengukur densitas adalah timbangan digital dan gelas ukur dapat dilihat pada gambar 3.20.



Gambar 3.21. Timbangan dan Gelas Ukur

Tabel 3.3. Spesifikasi Timbangan

Spesifikasi	
Merk	FUJITSU
Kapasitas	2000 gram
Ketelitian	0,1 gram
Ukuran penampang	156 x 156 mm

Densitas dapat diketahui dengan rumus $\rho = \frac{m}{V}$ dengan ρ adalah densitas, m adalah massa dan V adalah volume.

3.3.17 Calorimeter

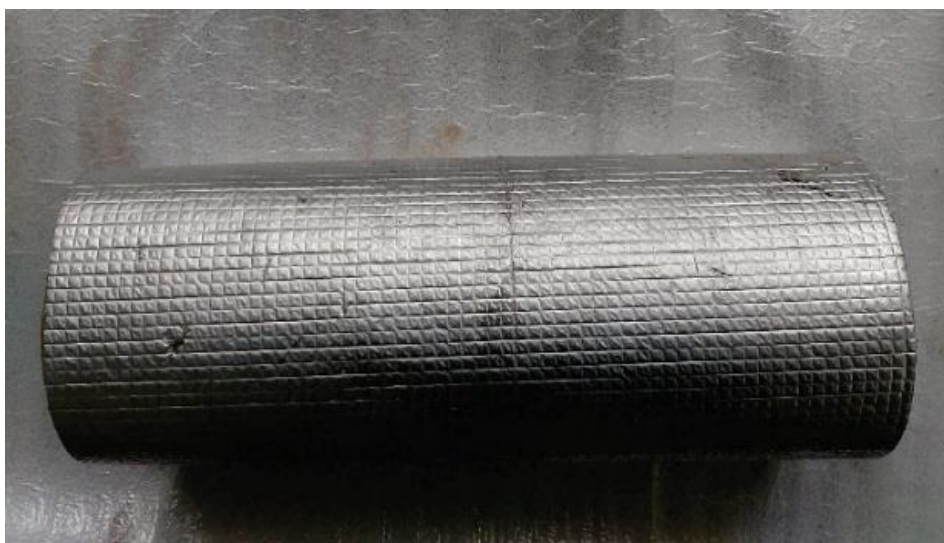
Calorimeter merupakan alat yang digunakan untuk mengukur nilai kalor (kalori) yang dihasilkan suatu cairan per gram. *Calorimeter* yang digunakan adalah *Bomb Calorimeter IKA C2000 basic* dengan panjang 44 cm, lebar 50 cm, tinggi 45 dan memiliki berat 30 kg. Kalorimeter yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.22.



Gambar 3.22. *Calorimeter*

3.3.18 *Glasswool dan Aluminium Foil*

Glasswool dan *aluminium foil* digunakan untuk mengisolasi jalur aliran panas pada alat pirolisis antara lain pada tabung reaktor, pipa penghubung reaktor ke kondensor, tabung kondensor dan pipa aliran keluar gas pirolisis agar aliran gas tidak terpengaruh terhadap suhu lingkungan. Aluminium foil yang digunakan memiliki ketebalan 5 mm dan ketebalan *glasswool* yaitu 20 mm, aluminium dan *glasswool* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.23. dan 3.24.



Gambar 3.23. Aluminium Foil



Gambar 3.24. *Glasswool*

3.3.19 Anemometer

Anemometer digunakan untuk mengukur kecepatan aliran asap yang keluar melalui pipa keluar kondensor. Anemometer yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.25.



Gambar 3.25 Anemometer

3.3.20 Pipa dan Selang Air

Pipa dan selang air digunakan untuk mengalirkan air pendingin dari tabung air menuju kondensor pada saat alat pirolisis berjalan. Pipa juga digunakan untuk mengalirkan minyak hasil pirolisis ke penampung sementara.

3.3.21 Gergaji Besi

Gergaji besi digunakan untuk memotong-motong limbah ban agar ukurannya menjadi kecil-kecil sehingga mempercepat proses pembakaran pada saat penelitian. Dapat dilihat pada gambar 3.26.



Gambar 3.26. Gergaji Besi

3.4 Parameter Penelitian

Parameter yang diperhatikan pada penelitian ini yaitu :

1. Efektifitas variasi sudut kemiringan kondensor terhadap hasil minyak pirolisis.
2. Efektivitas variasi sudut kemiringan kondensor terhadap nilai perpindahan kalor dari hasil pirolisis pemanasan limbah ban.
3. Efektifitas variasi sudut kemiringan kondensor terhadap sisa arang dari hasil pirolisis.
4. Efektivitas debit aliran yang digunakan terhadap nilai perpindahan kalor pada percobaan pirolisis.
5. Eektivitas debit aliran yang digunakan terhadap hasil minyak yang dihasilkan pada percobaan pirolisis.

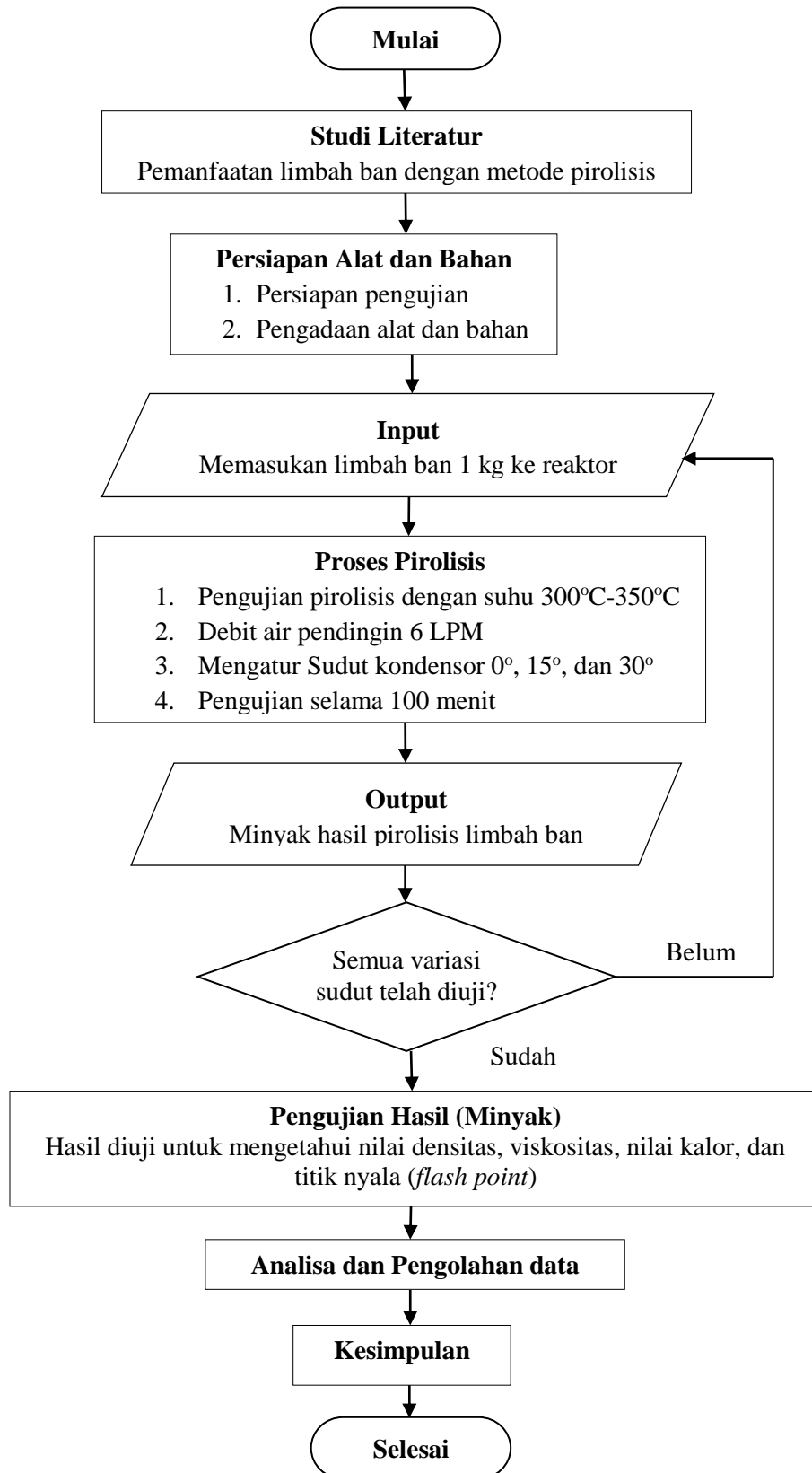
3.5 Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data pada penelitian pirolisis dengan bahan uji limbah ban yaitu dengan metode efisiensi kerja kondensor dengan variasi sudut kemiringan 0° , 15° , dan 30° untuk melihat hasil minyak dari proses pirolisis dan nilai perpindahan kalor yang terjadi pada tabung kondensor. Penelitian dimulai dengan proses pemanasan limbah ban didalam tabung reaktor. Tabung reaktor diisi dengan limbah ban luar yang sudah dipotong-potong dengan berat 1 kg

kemudian tabung reaktor dipanaskan dengan suhu 300°C-350°C selama jangka waktu 100 menit dengan tekanan 1 atm. Pada saat proses pemanasan didalam reaktor asap uap limbah ban mengalir ke tabung kondensor akan dikondensasi dengan mengalirkan air pendingin pada kondensor menggunakan arah aliran air berlawanan dengan aliran uap (*counter flow*). Minyak pirolisis limbah ban hasil dari pengembunan yang terjadi di kondensor akan dilairkan oleh pipa dan ditampung dalam botol penampung sementara dan diamati setiap 10 menit sebagai nilai perbandingan. Perbandingan hasil minyak limbah ban dengan massa limbah ban sebelum diperlakukan proses pemanasan akan menunjukkan nilai efisiensi perpindahan panas pada tabung kondensor berdasarkan hasil pengembunan terhadap variasi kemiringan kondensor. Proses perpindahan panas yang terjadi di dalam kondensor akan diamati setiap 10 menit. Nilai laju perpindahan panas yang terjadi di dalam kondensor di setiap variasi kemiringannya akan dibandingkan untuk menentukan efektifitas pendinginan uap pada kondensor berdasarkan proses perpindahan panasnya.

3.6 Proses Penelitian

Tahapan pada penelitian yang dilakukan dalam rangka mengumpulkan data hingga penyelesaian masalah dalam penelitian ini, diagram alur pengujian dapat dilihat pada Gambar 3.27.



Gambar 3.27. Diagram alir pengujian

3.6.1 Persiapan Sebelum Percobaan

Berikut ini adalah langkah-langkah yang dilakukan sebelum percobaan, antara lain :

1. Dalam melakukan suatu penelitian, terlebih dahulu peneliti melakukan studi kasus yang bertujuan untuk mengetahui perkembangan tentang penelitian-penelitian pirolisis. Dampak dari semakin meningkatnya kebutuhan akan ban karet karena banyaknya kendaraan bermotor di jalan raya. Limbah ban yang dihasilkan belum bisa ditanggulangi dengan baik dan berdampak pada pencemaran lingkungan. Dalam usaha untuk mengurangi dampak dari limbah ban adaa yang digunakan untuk bahan kerajinan seperti meja, kursi dan tali tetapi jumlah tersebut masih terbatas karena pengrajin dari limbah ban masih sangat sedikit. Selain itu limbah ban juga dapat dimanfaatkan menjadi bahan bakar minyak dengan menggunakan metode pirolisis. Alat pirolisis yang dipakai untuk penelitian masih belum maksimal menghasilkan minyak dari limbah ban.
2. Sebelum pembuatan alat pirolisis, yang harus dilakukan adalah membuat desain yang tepat untuk melakukan proses pirolisis. Analisa tentang bentuk desain alat tersebut juga harus dimaksimalkan.
3. Menyiapkan peralatan untuk proses pirolisis limbah ban dengan menggabungkan alat-alat untuk disusun menjadi satu rangkaian alat pirolisis dari kompor untuk pemanas tungku reaktor, pipa penghantar asap uap limbah ban untuk melalui tabung kondensor sampai dihasilkan minyak pirolisis. Mempersiapkan bahan, yaitu limbah ban sepeda motor.
4. Memotong limbah ban menjadi ukuran 12x5 cm kemudian dibersihkan dengan menggunakan air dan dikeringkan lalu menimbang limbah ban seberat 1 kg.

3.6.2 Proses Pirolisis Ban

Berikut adalah langkah-langkah dalam proses pirolisis ban antara lain :

1. Memasukkan limbah ban sebanyak 1 kg ke dalam tabung reaktor dan mengatur sudut kemiringan kondensor yang pertama dengan sudut 0° .
2. Menyalakan kompor untuk memanaskan limbah ban di dalam reaktor.
3. Menghidupkan pompa untuk mengalirkan air pendingin ke kondensor.

4. Mengatur debit air pendingin dengan debit 6 LPM.
5. Menghidupkan *themo reader* untuk mengetahui suhu masuk air, suhu keluar air, suhu masuk asap, suhu keluarannya asap pada kondensor dan suhu yang ada di reaktor.
6. Mengamati dan mencatat suhu masuk dan keluarannya air pendingin kondensor setiap 10 menit.
7. Mengamati dan mencatat suhu masuk dan keluarannya asap dari proses pirolisis limbah ban setiap 10 menit.
8. Mengamati dan mencatat suhu pada reaktor setiap 10 menit.
9. Mengamati dan mencatat minyak ban yang dihasilkan setiap 10 menit.
10. Melakukan percobaan yang sama dengan mengganti kemiringan sudut kondensor menjadi sudut 15° dan percobaan berikutnya dengan sudut 30°.

3.6.3 Pengujian Minyak Hasil Proses Pirolisis

Berikut ini adalah langkah yang dilakukan setelah proses pirolisis yaitu :

1. Mengumpulkan hasil dan menghitung total minyak pirolisis limbah ban.
2. Melakukan pengujian karakteristik hasil minyak pirolisis dengan uji densitas, viskositas, nilai kalor, dan titik nyala (*flash point*).
3. Mengumpulkan arang sisa pirolisis limbah ban dalam reaktor dan kemudian menghitung total beratnya.

3.6.4 Pelaksanaan Setelah Percobaan

Setelah melakukan percobaan kemudian menganalisa dan mengolah data dari hasil yang sudah didapat. Setelah hasil analisa minyak pirolisis limbah ban didapatkan, selanjutnya akan dilakukan perhitungan terhadap data yang dihasilkan sehingga dapat melihat total minyak yang dihasilkan, efektivitas kondensor berdasarkan proses perpindahan panas, dan perbandingan dengan arang 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, T6, T7, T8 sebagai suhu

didalam reaktor serta data hasil minyak dan abu 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 3.4.

Tabel 3.4. Lembar Pengambilan Data Suhu dan Hasil Minyak Limbah Ban

Debit ... LPM, sudut ...				T Reaktor rata-rata (°C)	Q (Watt)	Minyak /10 menit (ml)	Konsumsi gas /10 menit (Kg)
Waktu (menit)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)				
0							
10							
0							
30							
40							
50							
60							
70							
80							
90							
100							
Total							

3.8 Teknik Analisa Data

Penelitian ini menggunakan teknik analisis deskriptif yang berarti mengamati secara langsung hasil penelitian kemudian kemudian melakukan analisa dan mengambil kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan. Data yang dihasilkan antara lain meliputi suhu dari aliran yang masuk dan keluar melewati tabung kondensor, suhu reaktor, volume minyak pirolisis limbah ban yang dihasilkan, berat arang sisa, 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 Densitas

Berikut ini adalah langkah-langkah dalam pengujian densitas antara lain :

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. Menuangkan sampel minyak hasil 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.

3.9.2 Pengujian Viskositas

Berikut ini adalah langkah-langkah dalam pengujian viskositas antara lain :

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 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 3 kali dengan tujuan memperoleh hasil rata-rata yang maksimal.
13. Parameter uji temperature yang digunakan pada sampel minyak dengan suhu kamar.
14. Mematikan alat *viscometer*.
15. Membersihkan, merapikan, dan mengembalikan gelas ukur, rotor dan alat *viscometer* tersebut.

3.9.3 Pengujian Nilai Kalor

Berikut ini adalah langkah-langkah dalam pengujian nilai kalor antara lain :

1. Mempersiapkan alat-alat penelitian meliputi : *calorimeter bomb*, 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 bomb* dan pipet.

3.9.4 Pengujian Flash Point

Berikut ini adalah langkah-langkah dalam pengujian nilai kalor antara lain :

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.