

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah riset eksperimental, yang bertujuan untuk mengamati dan menguji hipotesis serta memahami lebih lanjut hubungan sebab-akibat yang terjadi. Penelitian ini dilakukan untuk menguji efek suatu perlakuan dan membandingkannya dengan perlakuan lainnya, yaitu proses pirolisis plastik PP dengan variasi temperatur pembentukan *fuel oil*, dengan tujuan untuk mengevaluasi jumlah dan karakteristik fisik dari minyak yang dihasilkan pada temperatur yang berbeda. Metode *experimental research* digunakan karena, data-data yang akan digunakan hanya dapat diperoleh dari suatu percobaan.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di dua tempat antara lain di Perumahan De Prima Blok A13 Kel.Tunggulwulung, Kec.Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur dan Laboratorium Kimia Universitas Brawijaya. Proses penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2023 hingga Februari 2024.

3.3 Variable Penelitian

Variabel penelitian adalah sifat atau nilai dari sesuatu yang memiliki variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan diambil kesimpulan tentangnya. Dalam penelitian ini, variabel berikut digunakan:

a. Variable Bebas

Variable bebas adalah variabel yang nilainya ditentukan sendiri dan tidak dipengaruhi oleh variabel lain. Dalam penelitian ini, variabel bebas ini adalah suhu pemanasan reactor selama proses pirolisis, dengan variasi suhu 75-100°C, 100-150°C, 150-200°C, dan 200-250°C.

b. Variable Terikat

Dalam penelitian pirolisis ini, variable terikat adalah jumlah produk yang dihasilkan, laju pemanasan, dan sifat fisik minyak yang dihasilkan dari

pirolisis, seperti densitas, viskositas, dan nilai kalor. Variable terikat ini tidak dapat ditentukan sendiri dan sangat dipengaruhi oleh variable bebas.

c. Variable Terkontrol

Variable yang ditetapkan oleh peneliti dan nilainya dikondisikan konstan disebut variable terkontrol. Bahan baku plastik berjenis PP dengan berat 4 kg dan ukuran sekitar 3 cm digunakan dalam penelitian ini.

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

3.4.1 Alat

Alat yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Alat pirolisis

Alat utama yang dipakai dalam penelitian ini adalah alat pirolisis, yang digunakan untuk mengubah limbah plastik menjadi bahan bakar cair.



Gambar 3. 1 Alat Pirolisis

Bagian-bagian yang terdapat pada alat pirolisis:

- Tabung reactor berfungsi sebagai tempat penampungan dan tempat pemanasan limbah plastik yang akan dikonversi.
- Tabung penyaring berfungsi sebagai penyaring antara padatan, cairan dan gas yang keluar dari proses konversi limbah plastik pada tabung reactor.
- Pipa saluran berfungsi untuk menyalurkan gas yang keluar dari tabung reactor, selanjutnya melewati penyaring dan setelah itu menuju tabung kondensor.

- d. Tabung kondensor berfungsi untuk menerima uap atau gas lalu menghilangkan panas uap tersebut dengan mendinginkan uap ke titik embunnya.
- e. Thermocouple berfungsi untuk mengukur temperature yang terjadi saat pemanasan pada tabung reactor.
- f. Monometer berfungsi untuk mengontrol tekanan gas yang ada didalam tabung reactor.
- g. Kompor dan LPG digunakan sebagai media dan sumber pemanasan.

3.4.2 Bahan

Bahan yang dibutuhkan dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Sampah plastik jenis PP

Sampah plastik PP merupakan bahan baku utama yang digunakan untuk diolah menjadi bahan bakar cair melalui proses pirolisis.

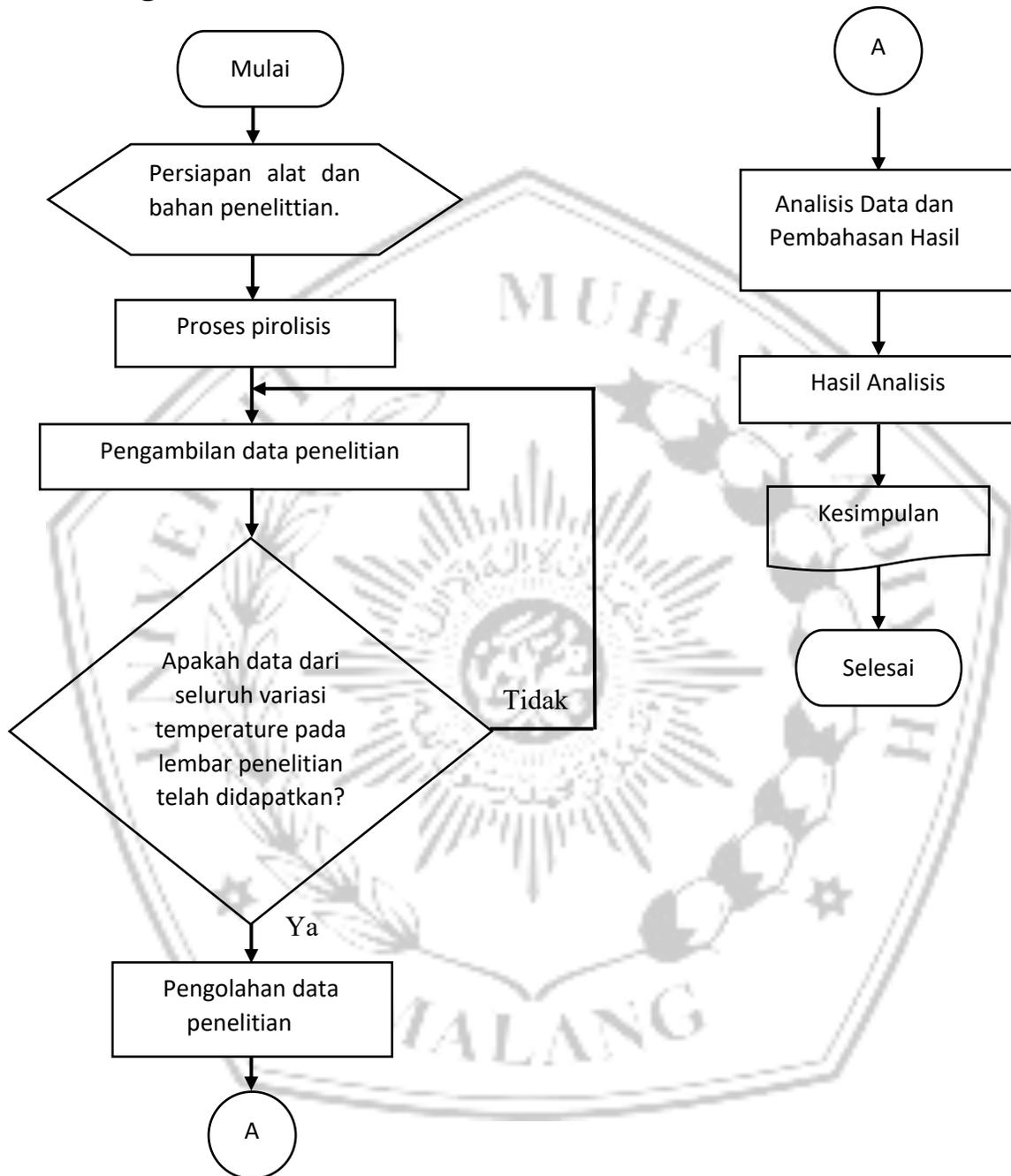


Gambar 3. 2 Contoh Plastik *Polypropylene*

- b. Air

Air digunakan sebagai media pendinginan.

3.5 Diagram Alir Penelitian



3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Persiapan Alat

1. Memastikan tutup input bahan baku pada tabung reactor dapat terbuka dan tertutup dengan rapat.
2. Memasang thermocouple dan monometer pada tabung reactor, pastikan kedua alat bekerja dengan baik.
3. Memasukkan air kedalam kondensor dan bak penampung air.
4. Memastikan pompa air pada kondensor dapat bekerja.
5. Memastikan kompor dapat menyala dan LPG sebagai sumber energi pemanasnya terisi.

3.6.2 Persiapan Bahan

Bahan baku utama yang digunakan pada proses pirolisis ini adalah sampah plastik PP, Berikut ini merupakan tahapan proses pengolahan bahan baku sebelum dilakukan proses pirolisis:

1. Memisahkan antara tutup botol dengan label kemasannya.
2. Memotong kecil-kecil botol yang telah dipisahkan tutup dan labaelnya.
3. Setelah itu, mencuci bersih potongan botol dan keringkan dengan dijemur dibawah sinar matahari.
4. Menimbang potongan botol yang telah kering seberat 2kg untuk satu kali pengujian.
5. Setelah proses pemisahan, pemotongan dan pengeringan selesai, bahan dapat dimasukkan ke dalam reaktor untuk dilakukan proses pirolisis.

3.6.3 Safety

1. Memastikan alat pelindung diri telah tersedia seperti wearpack, sarung tangan, kacamata safety, masker dan sepatu booth.



Gambar 3.3 Alat safety

2. Memastikan APAR (Alat Pemadam Api Ringan) berfungsi dan terjangkau dari area proses pengujian.



Gambar 3. 4 Alat Pemadam Api Ringan(APAR)

3. Meletakkan tabung gas LPG jauh dari tabung reactor.

3.6.4 Proses Pirolisis

Berikut beberapa tahap yang dilakukan untuk melakukan pengoprasian pirolisis:

1. Sebelum melakukan pengujian, Petugas wajib menggunakan alat pelindung diri(wearpack, sarung tangan, kacamata safety, masker dan sepatu booth).
2. Membuka penutup input bahan baku pada tabung reactor.
3. Selanjutnya, masukan 4 kg bahan baku dan masukan $\frac{1}{2}$ liter air kedalam tabung reactor.

4. Menutup input bahan baku dan pastikan penutup input bahan baku telah tertutup dengan rapat.
5. Sebelum proses pirolisis dimulai, menutup terlebih dahulu valve pada pipa saluran uap.
6. Selanjutnya, menyalakan kompor sebagai media pemanas.
7. Memperhatikan tekanan pada tabung reactor melalui monometer yang telah dipasang untuk mengontrol tekanan gas pada tabung reactor.
8. Lalu memperhatikan thermocouple pada tabung reactor, ketika temperature tabung reactor telah mencapai temperature yang diinginkan, buka valve pipa saluran uap dan pastikan temperature tetap stabil.
9. Setelah valve pipa saluran uap dibuka, Menunggu hingga ujung pipa yang ada pada kondensor mengeluarkan minyak dari hasil pemanasan sampah plastik PP hingga ujung pipa sudah tidak mengeluarkan minyak, setelah itu matikan kompor dan tutup valve pada pipa saluran gas.

3.7 Prosedur Pengujian Densitas

Untuk menggunakan Density Meter, berikut adalah langkah-langkah yang harus dilakukan:



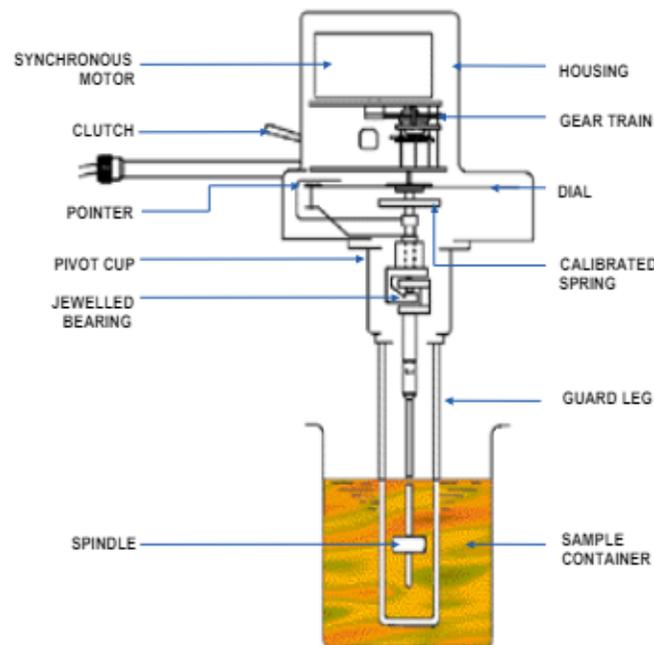
Gambar 3.5 Alat Pengujian Density Meter

1. Menyiapkan alat dan bahan yang akan diukur.
2. Mengkalibrasi density meter untuk mengetahui keakuratan dan keadaan bahwa alat tersebut masih berfungsi dengan baik.
3. Menyiapkan sampel, lalu masukkan ke dalam wadah yang ada di density meter.
4. Memastikan density meter sudah diletakkan dengan benar dan tidak menempel di dinding.

5. Menekan tombol ON untuk menyalakan alat, maka sampel akan terpompa secara otomatis ke syringe lalu ke alat.
6. Pada proses kerjanya, tinggal menunggu saja hingga density meter berhenti.
7. Jika sudah berhenti, berarti pengukuran densitas sudah selesai.
8. Melihat hasilnya di panel display.
9. Melakukan langkah yang sama langkah 1-8 untuk setiap sampel pengujiannya.
10. Setelah selesai, Mengeluarkan sampel dari wadah. Membersihkan kembali alat setelah digunakan.
11. Jika menggunakan sampel cair, anda bisa membilas tempat sampel menggunakan air bersih. Sedangkan, untuk sampel yang kental, anda bisa menggunakan etanol untuk membersihkan wadah sampel.
12. Setelah selesai menggunakan alat ukur densitas, bersihkan alat tersebut agar dapat digunakan kembali.

3.8 Prosedur Pengujian Viskositas

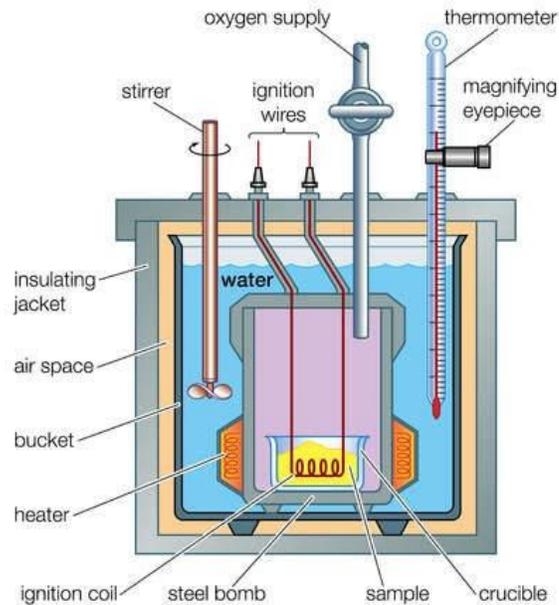
Adapun penjelasan cara penggunaan pada alat Viscometer sebagai berikut:



Gambar 3.6 Viscometer

1. Menyiapkan alat dan bahan untuk proses pengujian viskositas.
2. Menghubungkan power chord dengan sumber listrik.
3. Mempaskan shipping cap pada viscometer.
4. Memastikan temperature probe terpasang dengan benar pada guard leg.
5. Menyalakan viscometer dengan menekan tombol ON/OFF.
6. Menyesuaikan leveling screw agar water pass berada dititik tengah.
7. Memastikan tidak ada spindle yang terpasang sebelum proses autozero.
8. Proses autozero.
9. Mencilupkan spindle pada gelas spesimen dengan posisi 45° untuk mencagah buih udara terperangkap di gelas specimen.
10. Memasang spindle putar searah jarum jam.
11. Menurunkan viscometer sesuai dengan batas pencelupan yang terdapat pada batang spindle.
12. Mengatur ukuran spindle dan RPM viscometer pada layar monitor.
13. Mengukur viscositas siap dimulai.
14. Nilai viscositas dapat diambil apabila presentasi torsi menunjukkan angka 10-100% dan minimal 5x putaran spindle.
15. Melihat nilai viscositas specimen pada layar monitor.
16. Mengulangi langkah 5 – langkah 15 untuk setiap specimen.
17. Pengujian nilai viscositas sudah selesai.

3.9 Prosedur Pengujian Nilai Kalor



Gambar 3.7 Kalorimeter Tipe Bomb

1. Mengukur sampel minyak pirolisis, selanjutnya taruh di dalam cawan nikel dan berikutnya letakan di terminal knot.
2. Memotong kawat chrom sepanjang 10 cm, lalu pasang kawat tersebut di terminal knot. Usahakan agar kawat tersebut bersinggungan (bersentuhan) dengan sampel yang akan dibakar.
3. Menyiapkan silinder bom dan masukan aquades kedalamnya sebanyak 2 ml.
4. Memasukan sampel beserta cawan nikelnya kedalam silinder bom.
5. Menutup silinder bom dengan cara diputar (screw up).
6. Mengalirkan gas O₂ kedalam bom sebanyak 30 atm.
7. Mengisikan aquades kedalam bucket, kondisikan temperatur air tersebut lebih rendah 1,5 0C dari suhu kamar. Setelah itu masukan silinder bom kedalamnya.
8. Menghubungkan kabel listrik ke saluran terminal knot.
9. Menutup bom kalori.
10. Menghidupkan tombol dinamo(stirrer) ± 2 menit, lalu lihat di termometer dan catat temperatur (temperatur awal atau T₀).

11. Berikutnya menekan tombol bom hingga lampu indikator menyala.
12. Biarkan proses pembakaran berlangsung sampai temperaturnya konstan yang di tandai dengan bunyi alarm. Proses ini butuh waktu selama 5 menit.
13. Mematikan tombol dinamo(stirrer).
14. Memuka tutup bom, lepaskan kabel dari terminal knot.
15. Mengangkat silinder bom dari bucket, dan buang sisi gas pembakaran.
16. Membuka tutup silinder bom, selanjutnya semprot dengan aquades bagian sebelah dalam silinder bom.
17. Tampung dalam gelas piala cairan aquades yang disemprotkan beserta sisa abu pembakaran tadi, lalu tambahkan 2 tetes methyl orange (sebagai indikator) selanjutnya titrasi dengan larutan standar Na_2CO_3 0,0725 N.
18. Menghentikan titrasi jika terjadi perubahan warna (kuning). Catat warna volume (ml) larutan standar yang digunakan.
19. Melakukan langkah 1 – langkah 18 pada setiap specimen.

3.10 Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu dengan observasi laju pemanasan dan product yield pada saat proses pirolisis. Dari data-data yang diperoleh, berikutnya dilakukan pengujian terhadap sifat kimia dari minyak pirolisis untuk mengetahui karakteristiknya. Sifat kimia yang diuji pada penelitian ini adalah densitas, viskositas dan nilai kalor dari minyak hasil pirolisis.

Tabel 3. 1 Format Pengumpulan Data Proses Pirolisis.

Temp. Sampel	Temp. Pemanasan $^{\circ}\text{C}$	Waktu (Jam)	P (Psi)	Jumlah Cairan (ml)	Massa Plastik (gram)	Char (gram)
75 $^{\circ}\text{C}$ -100 $^{\circ}\text{C}$						
100 $^{\circ}\text{C}$ -150 $^{\circ}\text{C}$						
150 $^{\circ}\text{C}$ -200 $^{\circ}\text{C}$						
200 $^{\circ}\text{C}$ -250 $^{\circ}\text{C}$						

3.11 Pengolahan Data

Setelah mendapatkan data dari hasil pengujian dan data dari proses pirolisis, langkah berikutnya yaitu mengolah data yang sudah terkumpul. Data yang sudah terkumpul dari hasil pengujian dan proses pirolisis dimasukkan ke dalam persamaan yang sudah ada, sehingga di dapatkan data yang bersifat kuantitatif, yaitu data yang berupa angka. Setelah itu dapat dilakukan perbandingan kuantitas dan kualitas dari hasil proses pirolisis beda temperatur pemanasan.

Tabel 3. 2 Format Data Hasil Pengujian

No.	Jenis Pelastik	Jumlah Cairan (ml)	Temperatur Pemanasan °C	Densitas (g/ml)	Viscositas (cSt)	Nilai Kalor (kal/g)
1.	PP					
2.	PP					
3.	PP					
4.	PP					