

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental (Experimental Research), yaitu melakukan pengamatan untuk mencari data sebab-akibat dalam suatu proses melalui eksperimen sehingga dapat mengetahui pengaruh densitas terhadap produksi tar dan char hasil pirolisis sampah rumah tangga. Proses penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fenomena Dasar Mesin, Teknik Mesin Universitas Brawijaya mulai 9 Desember 2012 hingga 5 April 2013.

3.1 Variabel Penelitian

Adapun variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain :

a. Variabel Bebas (Independent Variable)

Variabel bebas adalah variabel yang nilainya kita tentukan dan tidak dipengaruhi oleh variabel lain. Adapun yang merupakan variabel bebas dalam penelitian ini adalah densitas sampah yang digunakan sebesar $0,23 \text{ gr/cm}^3$, $0,31 \text{ gr/cm}^3$, dan $0,47 \text{ gr/cm}^3$.

b. Variabel Terikat (Dependent Variable)

Variabel terikat adalah variabel yang nilainya dipengaruhi oleh variabel bebas dan besarnya dapat diketahui setelah penelitian dilakukan. Adapun yang merupakan variabel terikat dalam penelitian ini adalah nilai kalor pembakaran (kal/gr), massa (gr), dan volume (mm^3) sampah setelah pirolisis.

c. Variabel Terkontrol

Variabel terkontrol adalah variabel yang nilainya tetap dan ditentukan sebelum penelitian. Adapun yang merupakan variabel terkontrol dalam penelitian ini adalah laju pemanasan saat proses pirolisis adalah $26,4 \text{ }^\circ\text{C/menit}$, massa spesimen sebesar 70 gram, dan temperatur pirolisis yang digunakan adalah 200, 300 dan $400 \text{ }^\circ\text{C}$.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu :

1. Cacahan Sampah

Cacahan sampah ini digunakan sebagai spesimen yang terdiri dari campuran sampah organik dengan komposisi yang sama. Dalam penelitian ini cacahan sampah yang digunakan terdiri dari kertas (10 gram), wortel (20 gram), kentang (20 gram), dan sawi (20 gram).

2. Gas N₂

Gas ini digunakan untuk mereduksi kandungan O₂ hingga $\pm 2\%$ volume Di dalam piroliser. Dengan begitu akan mengurangi kemungkinan terjadinya pembakaran, sehingga hasil dari proses adalah arang bukan abu. Gambar 3.1 dibawah ini menunjukkan tabung gas nitrogen yang digunakan selama penelitian.



Gambar 3.1 Tabung Gas Nitrogen

Sumber : Labolatorium Fenomena Dasar Mesin, Universitas Brawijaya

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Timbangan elektrik

Alat ini digunakan untuk menimbang spesimen sebelum dan sesudah dipirolisis. Timbangan elektrik yang digunakan selama penelitian dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Timbangan Elektrik

Sumber : Lab. Mesin Pendingin Teknik Mesin, Universitas Brawijaya

Spesifikasi :

Model : AD-600H

Capacity : 600 g

Resolution : 0.01 g

Pan size : Ø115 mm

2. Sarung Tangan

Dalam penelitian ini, sarung tangan digunakan untuk melindungi tangan saat mengolah sampah menjadi spesimen. Sarung tangan yang digunakan selama penelitian dapat dilihat pada gambar 3.3



Gambar 3.3 Sarung Tangan

3. Masker

Masker digunakan untuk melindungi hidung dan mulut dari bau serta debu dari sampah, saat pengolahan menjadi spesimen ataupun saat proses pirolisis. masker yang digunakan selama penelitian dapat dilihat pada gambar 3.4 .



Gambar 3.4 Masker

4. Bomb kalorimeter

Bomb kalorimeter digunakan untuk mengukur nilai kalor spesimen yang telah dipirolisis. Gambar 3.5 dibawah ini adalah bomb kalorimeter yang digunakan selama penelitian.



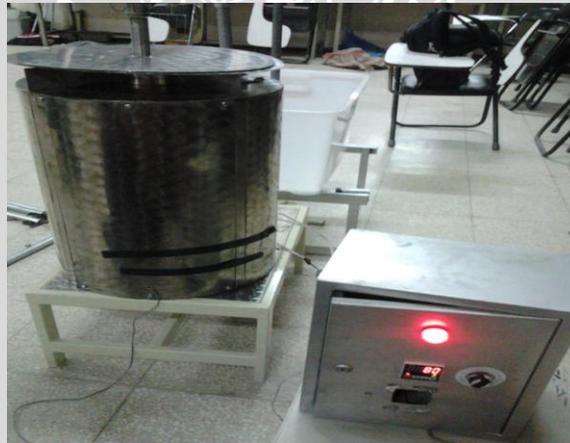
Gambar 3.5 Bomb kalorimeter

Sumber : Labolatorium Motor Bakar Teknik Mesin, Universitas Brawijaya

Spesifikasi :	
Merk	:PAAR
Model	:PAAR 124 EP
Volt	:220 V/50 Hz
Negara pembuat	:USA
Tahun	:1987

5. Piroliser

Alat ini digunakan untuk melakukan proses pirolisis pada spesimen. Terdiri dari *heater* sebagai pemanas, *thermocouple* dan *thermocontrol* sebagai pengatur temperatur dan pemanas, dan potensiometer untuk mengatur laju pemanasannya. Piroliser yang digunakan dalam proses pirolisis ini dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 Piroliser

Spesifikasi :	
Thermocontrol	:TC4S-14R
Heater	:4000 watt
Isolator	:glasswool
<i>Thermocouple</i>	:type K(-200°C – 1350°C)

6. *Glass Beaker*

Glass Beaker digunakan untuk meletakkan specimen yang nantinya akan diletakkan di dalam piroliser. *Glass beaker* yang digunakan saat penelitian dapat dilihat pada gambar 3.7 .



Gambar 3.7 *Glass Beaker*

7. *Orifice*

Untuk mengatur debit aliran N_2 yang mengalir masuk ke dalam piroliser dibutuhkan pengukuran perbedaan tekanan. Jadi orifice ini digunakan untuk membuat perbedaan tekanan pada selang masuk gas N_2 . *Orifice* yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.8.



$$D = 5 \text{ mm} ; d = 1 \text{ mm}$$

Gambar 3.8 *Orifice*

8. *Pressure gauge*

Pada penelitian ini *pressure gauge* digunakan untuk mengukur tekanan gas N_2 didalam tabung gas N_2 maupun tekanan keluar tabung gas N_2 . *Pressure gauge* yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 Pressure Gauge

9. Kamera

Kamera digunakan untuk mengambil gambar spesimen sebelum dan sesudah dipirolisis. Dengan gambar yang diambil dapat dilihat perbedaan sebelum dan sesudah dipirolisis pada berbagai variasi densitas. Gambar 3.10 berikut adalah kamera yang digunakan dalam penelitian.



Gambar 3.10 Kamera Nikon D5200
Sumber : www.ephotozine.com

10. Video Recorder

Video Recorder digunakan untuk merekam perubahan temperatur pada *thermocontrol*, *video recorder* diletakkan tepat didepan layar display *thermocontrol*. *Video recorder* yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.11 dibawah ini.



Gambar 3.11 Kamera Samsung ES9

11. Wadah Kondensasi

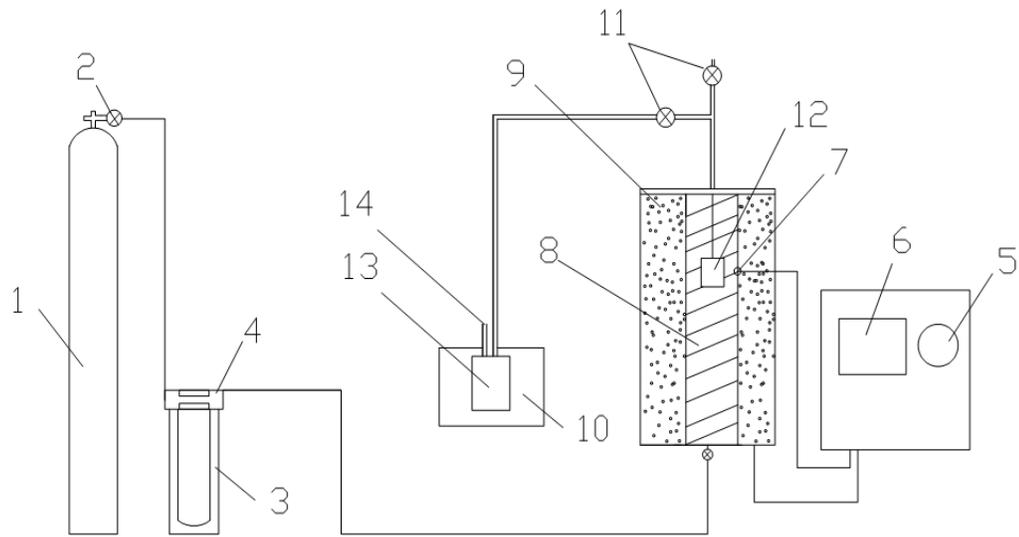
Digunakan untuk mengkondensasikan asap cair yang dihasilkan selama proses pirolisis. Gambar 3.12 berikut adalah wadah kondensasi yang digunakan selama penelitian.



Gambar 3.12 Wadah Kondensasi

3.3 Instalasi penelitian

Gambar berikut ini menjelaskan instalasi penelitian beserta keterangan dan beberapa alat pendukungnya



Gambar 3.13 Instalasi Penelitian

Keterangan :

1. Tabung Gas N₂

2. *Pressure Gauge*

3. Manometer U

4. Orifice

5. Potensiometer

6. *Thermocontrol*

7. *Thermocouple*

8. Heater

9. Isolator

10. Bak pendinginan

11. Stop Kran

12. Wadah Spesimen

13. Wadah *Tar*

14. Saluran Gas Buang

3.4 Prosedur Penelitian

a. Proses Persiapan Spesimen

Pada penelitian ini digunakan sampah organik sebagai spesimen, yakni sawi, wortel, kentang, dan kertas. Sampah yang telah dipilah menurut jenisnya tersebut dicacah dan masing-masing ditimbang beratnya sebesar 20 gram, dan kertas seberat 10 gram. Kemudian sampah tersebut dijadikan menjadi satu dalam *glass beaker*, dan diberi penekanan untuk mencapai volume yang ditentukan sebagai variasi, yakni 150, 225, dan 300 ml.

b. Proses Pirolisis

Sebelum melakukan percobaan, pertama-tama disiapkan terlebih dahulu instalasi penelitian. Kemudian persiapan spesimen berupa campuran sampah organik, spesimen dimasukkan ke dalam *glass beaker*. *Glass beaker* yang telah diisi dengan spesimen selanjutnya dimasukkan ke dalam ruang pemanas piroliser dengan cara digantung, lalu piroliser ditutup. Kemudian katup N₂ dibuka agar gas N₂ dapat mengalir masuk ke dalam ruang pemanas piroliser. Gas N₂ dialirkan ke dalam ruang pemanas sampai kadar O₂ ± 2 % dari volume ruang pemanas. Selama gas N₂ dialirkan, katup keluar dibuka agar gas O₂ yang ada didalam *piroliser* dapat terdorong keluar. Katup N₂ ditutup saat kadar O₂ mencapai ± 2 % dari volume ruang pemanas. Agar piroliser dapat bekerja dan memberikan hasil sesuai dengan yang diharapkan, terlebih dahulu *thermocontrol* diatur untuk variasi pertama dengan densitas 0,23 gr/cm³ dengan laju pemanasan 26,4 °C/menit pada temperatur 200°C, selanjutnya *piroliser* dinyalakan. Proses pirolisis dibiarkan berjalan selama 2 jam. Apabila sudah menempuh waktu selama 2 jam piroliser dimatikan kemudian *char* dan *tar* hasil pirolisis yang telah terbentuk dikeluarkan. Setelah itu berat dan volume *char* dan *tar* hasil pirolisis tersebut diukur. Langkah-langkah tersebut dilakukan untuk semua variasi. Sebelum dilakukan pengujian dengan variasi densitas yang lainnya dilakukan, wadah spesimen dibersihkan terlebih dahulu agar tidak ada sisa-sisa proses pirolisis yang ikut tercampur dengan spesimen berikutnya.

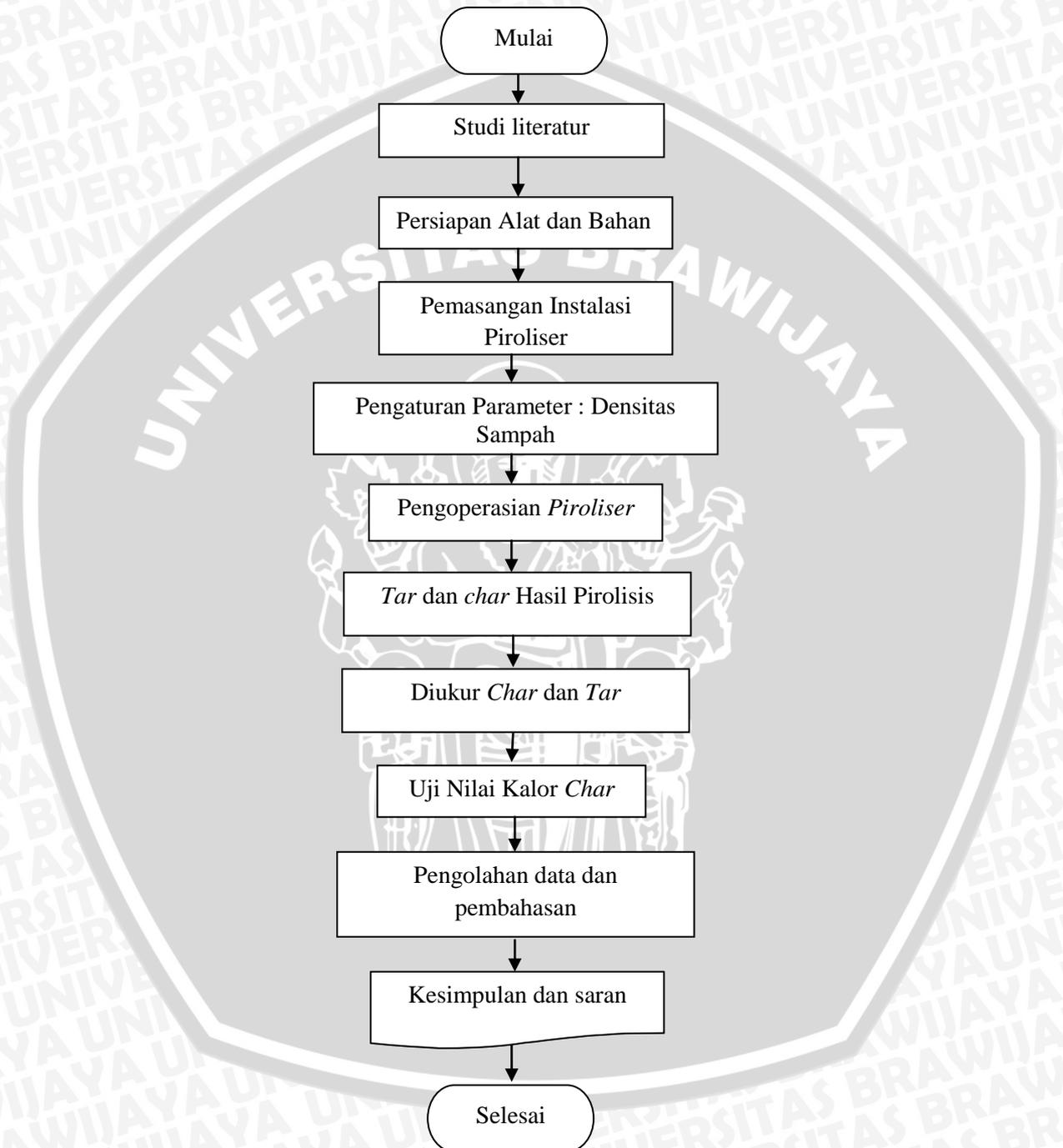
c. Pengujian Nilai Kalor

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui besarnya nilai kalor dari *char* dengan menggunakan alat *bomb kalorimeter*. Prosedur yang digunakan sebagai berikut : air 2 liter disiapkan dan kemudian dimasukkan ke oval bucket. Bahan bakar yang diuji ditimbang seberat 0,5 gram (spesimen hasil pirolisis) lalu dimasukkan ke dalam *combustion capsule*. Selanjutnya kawat sepanjang 10 cm dipasang sehingga mengenai bahan bakar yang diuji tanpa mengenai permukaan besi *combustion capsule* dengan menggunakan bantuan *bomb head support stand*. Bahan bakar yang diuji (*char* hasil pirolisis) dimasukkan dalam *combustion capsule* tadi bersama dengan kawat ke dalam *oxygen bomb*. Setelah itu, semua peralatan *bomb kalorimeter* dihubungkan dengan listrik. *Oxygen bomb* diisi dengan oksigen yang bertekanan 30-35 atm menggunakan bantuan auto charger. Setelah selesai *oxygen bomb* dimasukkan ke dalam *oval bucket* yang telah terisi air dan kemudian *oval bucket* dimasukkan ke dalam adiabetic calorimeter, lalu ditutup. Posisi switch diubah ke posisi on. Temperatur dari aquades/air di *oval bucket* disamakan dengan temperatur *water jacket* dengan menggunakan switch hot/cold. Setelah sama, temperatur yang terjadi dicatat. Kemudian bahan bakar yang diuji tersebut dibakar dan beberapa saat kemudian temperatur yang terjadi pada aquades/air dicatat (temperatur maksimum yang tercapai). Kemudian selisih temperatur di air pada kondisi awal dengan kondisi setelah terjadi pembakaran dihitung. Dan sisa kawat yang terbakar diukur.

Setelah melakukan prosedur di atas akan diperoleh data-data yang diperlukan untuk menghitung nilai kalor bahan bakar. Dari data-data tersebut dapat diketahui nilai kalor dari bahan bakar yang di uji.

3.5 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian yang digunakan selama penelitian dapat dilihat pada gambar 3.14.



Gambar 3.14 : Diagram alir penelitian