

BAB III

METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan pada penelitian ini merupakan penelitian eksperimental (*Experimental Research*). Dalam penelitian ini penulis menggunakan biomassa serbuk kayu mahoni (*Swetenia Macrophylla*) untuk dijadikan sebagai bahan bakar alternatif dengan variasi penambahan prosentase zeolit yaitu dengan proses pirolisis untuk diambil hasil *char* dan *tar* pada proses tersebut. Proses pirolisis yang digunakan merupakan proses *slow pyrolysis* dengan menggunakan proses pirolisis *rotary kiln*.

3.1 Tempat Dilaksakannya Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Motor Bakar Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Variabel bebas

Variabel bebas adalah variabel yang nilainya kita tentukan terlebih dahulu dan tidak dipengaruhi oleh variabel yang lain. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Temperatur pirolisis yaitu 250°C dan 450°C.
2. Prosentase penambahan zeolit 0%, 15%, 30%, 45%, dan 60% dengan ukuran mesh 80.
3. Serbuk kayu mahoni dengan ukuran mesh 24.

b. Variabel terikat

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas dan hasilnya dapat diketahui setelah dilakukan penelitian. Adapaun variabel bebas pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Volume dan massa *char*.
2. Volume dan massa *tar*.

c. Variabel terkontrol

Variabel terkontrol adalah variabel yang nilainya dijaga dan tetap. Variabel ini ditentukan sebelum dilakukan penelitian. Variabel terkontrol pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Putaran tungku 10 rpm.
2. Laju pemanasan 0,1483°C/ menit.
3. Lama proses pirolisis 2 jam.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Mesh

Mesh digunakan untuk mengayak ukuran spesimen agar didapatkan ukuran yang seragam dan didapatkan ukuran mesh sebesar 24 pada serbuk kayu mahoni dan mesh 80 untuk zeolit.

2. Loyang

Loyang digunakan sebagai tempat untuk menampung spesimen setelah dilakukan proses pengayakan.

3. Oven

Oven digunakan untuk mengurangi kadar air serbuk kayu mahoni dan zeolit agar kandungannya < 2%.

4. *Moisture analyzer*

Moisture analyzer digunakan untuk menguji kadar air yang terdapat di serbuk kayu mahoni dan serbuk zeolit.

Spesifikasi alat:

- *Type* : MOCH-120H
- *Measurement Format* : *Evaporation weight loss method*
- *Sample weight* : 0,5-120 g
- *Minimum display* : *moisture content: 0,01 %; weight: 0,001 g*
- *Measurable quantities* : *moisture content (wet and dry base), weight, solid content*
- *Heater temperature* : 30-200°C
- *Display* : *backlight LCD (137 x 43)*
- *External output* : *RS-232C interface*

5. Timbangan elektrik

Timbangan elektrik digunakan untuk mengukur berat spesimen serbuk kayu mahoni dan serbuk zeolit pada masing-masing variasi sebelum dilakukan proses pirolisis dan mengukur berat massa *char* dan *tar*.

Spesifikasi alat:

- *Model* : AD-600H
- *Capacity* : 600 g
- *Resolution* : 0,01g
- *Pan size* : D115 mm

6. Cawan

Cawan yaitu sebagai wadah yang digunakan untuk menampung spesimen sebelum dimasukkan ke tungku pirolisis.

7. Pirolisier

Pirolisier digunakan untuk proses pirolisis. Pada pirolisier terdiri dari *heater* sebagai pemanas, *thermocouple* yang berfungsi untuk mengatur besarnya pemanasan, dan motor listrik yang digunakan untuk memutar tungku pada saat proses pirolisis berlangsung. *Heater* yang digunakan 3000 watt dan 220 volt.

8. Kondensor

Kondensor digunakan untuk mengkondensasi gas yang dapat dikondensasi agar terbentuk *tar (liquid)*.

9. Kamera

Kamera digunakan untuk memotret hasil pirolisis yang berupa produk *char* dan *tar*.

3.3.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah:

1. Serbuk kayu mahoni

Serbuk kayu mahoni merupakan spesimen yang digunakan dalam penelitian dan diukur hasil volume dan massa *char* dan *tar*nya setelah dilakukan proses pirolisis.

2. Serbuk zeolit

Serbuk zeolit merupakan katalisator yang digunakan yang berfungsi untuk mempercepat proses dekomposisi biomassa.

3. Gas inert (N_2)

Gas inert berfungsi untuk mengkondisikan tungku agar tidak ada oksigen sehingga tidak terjadi pembakaran biomassa ketika proses pirolisis berlangsung.

10. Gelas ukur

Gelas ukur digunakan untuk mengukur volume *char* dan *tar* setelah proses pirolisis selesai.

11. Stopwatch

Stopwatch digunakan untuk menghitung lamanya proses pirolisis berlangsung.

12. *Flowmeter*

Flowmeter digunakan untuk mengatur besarnya aliran gas nitrogen menuju ke tungku pirolisis.

Spesifikasi:

- Maksimal debit aliran = 30 l/min
- Minimal debit aliran = 0 l/min

3.4 Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan serbuk kayu mahoni sebagai spesimennya dan katalis zeolit sebagai katalisator. Pada mulanya serbuk kayu mahoni dan zeolit dilakukan pengujian mesh hingga didapatkan ukuran mesh sebesar 24 untuk ukuran serbuk kayu mahoni dan ukuran mesh 80 untuk zeolit. Setelah selesai dilakukan pengujian mesh, serbuk kayu mahoni dimasukkan ke dalam oven dan dipanaskan antara 100–110°C selama 2-3 jam dan untuk zeolit dipanaskan selama 1 jam pada suhu 400°C. Setelah proses pemanasan selesai maka serbuk kayu mahoni dan katalis zeolit dilakukan pengujian kadar air dan dipastikan kadar airnya < 2%. Setelah kadar air serbuk kayu mahoni dan zeolit < 2% maka serbuk kayu mahoni dan zeolit ditimbang dengan menggunakan timbangan elektrik dan didapatkan massa sebagai berikut:

Serbuk kayu mahoni : 150 gram

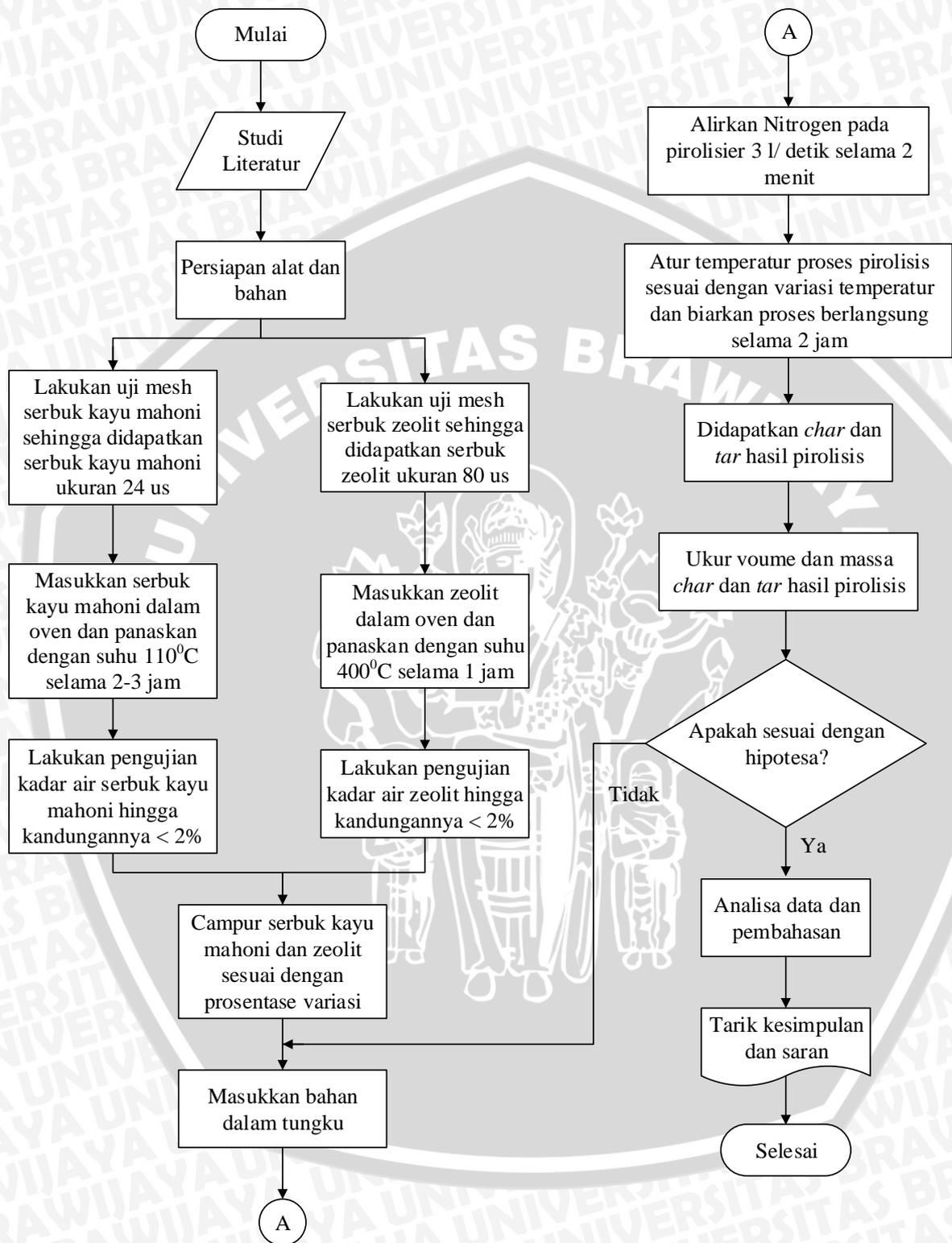
Zeolit : 22,5 gram, 45 gram, 67,5 gram, dan 90 gram

Pada masing-masing massa serbuk kayu mahoni dan zeolit ditimbang massanya sebanyak dua kali agar didapatkan dua spesimen dengan massa yang sama untuk pengujian pada suhu 250°C dan 450°C. Setelah dilakukan penimbangan maka masing-masing spesimen dibungkus menggunakan plastik untuk menjaga kadar air spesimen tidak berubah dan tetap < 2%.

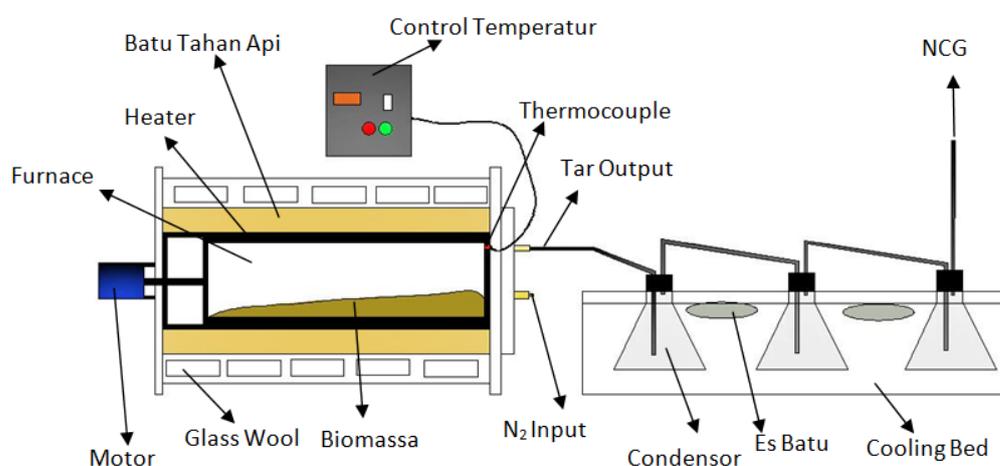
Sebelum dilakukan proses persiapan spesimen pirolisis maka hal pertama yang perlu dilakukan adalah mempersiapkan instalasi penelitian. Setelah itu maka mencampur serbuk kayu mahoni dan zeolit sesuai dengan variasinya menggunakan cawan dan memasukkannya ke dalam tungku pirolisier. Kemudian menutup tungku serta tungku dialirkan gas N_2 lewat katup N_2 input dengan laju 3 l/ menit dan membiarkan katup ke dua terbuka agar gas O_2 yang berada dalam tungku keluar ke lingkungan. Proses dibiarkan selama dua menit agar dalam tungku tidak terdapat gas O_2 . Setelah itu maka ditekan tombol ON serta mengatur variasi temperatur sesuai dengan variabel bebas dan membiarkan proses pirolisis berlangsung selama 2 jam. Setelah proses pirolisis selesai, maka didapatkan *char* dan *tar* hasil produk pirolisis, maka produk tersebut diukur volumenya menggunakan gelas ukur. Kemudian ditimbang massanya menggunakan timbangan elektrik. Langkah tersebut dilakukan pada masing-masing variasi.



3.5 Diagram Alir Penelitian



3.6 Instalasi Penelitian



Gamsbar 3.1 Instalasi penelitian

Dalam penelitian ini nitrogen diisi ke tungku pirolisis lewat *N₂ input* agar keadaan tungku dalam kondisi inert atau bebas oksigen. Dan tungku diputar dengan motor listrik selama proses prolisis berlangsung sehingga biomassa akan bergeser mengikuti gerakan putar tungku pirolisis. Biomassa yang sudah terdekomposisi yang berbentuk gas akan keluar melewati saluran *tar output* dan akan didekondensasikan di kondensor yang berupa gelas erlenmeyer sebanyak tiga buah sedangkan gas yang tidak dapat dikondensasikan atau *Non Condensable Gas* (NCG) akan keluar langsung ke lingkungan.

Untuk menambah laju pendinginan kondensor, pada *cooling bed* ditambahi dua es batu dengan ukuran 0,5 liter air sehingga laju kondensasi *tar* hasil prolisis yang keluar dari *tar output* semakin cepat.

Selain itu tungku pirolisis dilapisi batu tahan api dan *glass wool* agar panas *heater* tungku tidak banyak yang keluar menuju lingkungan sebagai *heat loss*. Panas tungku *heater* tersebut diatur dengan *thermocouple* yang terhubung langsung dengan *control temperature* sehingga panas tungku *heater* dapat diatur sesuai dengan kebutuhan ketika proses pirolisis berlangsung serta temperatur pada *furnace* bisa tetap konstan.