

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Pengarangan dilakukan di Laboratorium Pembangkit Daya Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Laboratorium Energi yang berada di Kecamatan Jetis, Bantul, Yogyakarta dan pengujian dilakukan di Laboratorium PAU Universitas Gajah Mada. Waktu penelitian dimulai pada bulan April – Agustus 2019.

#### **3.2 Alat dan Bahan Penelitian**

##### **3.2.1. Alat Penelitian**

###### **a. Tabung Pembakaran**

Tabung pembakaran sebagai tempat terjadinya proses pembakaran briket. Tabung pembakaran berupa pipa *stainless steel* dengan diameter 70 cm, tinggi 50 cm, dan tebal 15 cm. Pada bagian dalam terdapat lilitan pemanas dengan panjang 25 m. Lilitan pemanas ini terhubung ke *thermocontroler* yang berfungsi mengatur temperatur didalam tabung. Pada bagian bawah tabung terdapat lubang dengan diamer 15 cm sebagai sirkulasi udara pendinginan.



Gambar 3.1. Tabung pembakaran

b. *Thermocontroller*

*Thermocontroller* adalah alat yang berfungsi untuk mengatur temperatur yang diinginkan pada *furnace*. *Thermocontroller* yang digunakan pada penelitian ini adalah *Bostech* yang mempunyai pembacaan temperatur dapat mencapai suhu 1000°C



Gambar 3.2. *Thermocontroller*

c. Wadah Sampel

Wadah sampel pada penelitian ini terbuat dari besi berbentuk silinder dengan diameter 13 cm dan tinggi 7 cm. Pada bagian atas di beri sedikit belahan agar panasnya dapat mudah menyebar dan terdapat kawat panjang sebagai pengait. Pada bagian bawah diberi saringan mesh ukuran 80. Kemudian akan digantung pada timbangan digital dengan maksud untuk mengetahui laju penurunan massa pada saat proses pembakaran sampel berlangsung.



Gambar 3.3 Wadah sampel

d. Rangka

Rangka berfungsi sebagai tempat untuk meletakkan timbangan digital, guna untuk mencegah kerusakan pada timbangan yang diakibatkan oleh panas dari tungku pembakaran karena letak timbangan tepat berada diatas tungku pembakaran. Maka rangka dibuat tinggi. Rangka yang terbuat dari besi ini mempunyai ukuran tinggi 180 cm, dan lebar 150 cm.



Gambar 3.4 Rangka alat TGA

e. Timbangan Digital Pengujian TGA

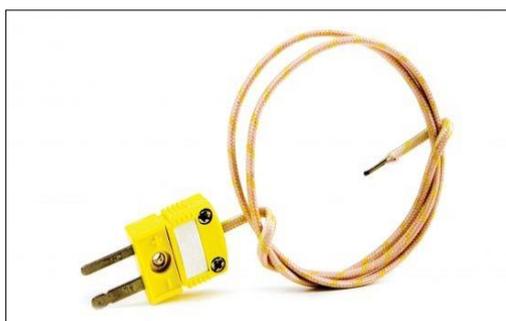
Timbangan digital berfungsi sebagai alat untuk menghitung jumlah penurunan massa sampel setiap 1 menit selama pembakaran. Timbangan METTLER tipe PM 4000 dengan ketelitian 0,01 gram dan memiliki kapasitas penimbangan 4100 gram, dan berat total timbangan digital ini adalah 3,8 kg



Gambar 3.5 Timbangan digital pengujian TGA

f. *Thermocouple*

*Thermocouple* merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur suhu pada suatu benda dan lingkungan. Pada pengujian ini menggunakan *thermocouple* tipe K yang mempunyai kemampuan pembacaan suhu mulai dari  $-20^{\circ}\text{C}$  sampai  $1000^{\circ}\text{C}$ .



Gambar 3.6 *Thermocouple* tipe K

Tabel 3.1 alat penelitian

No.	Nama Alat	Jumlah
1.	Retort	1 unit
2.	Timbangan digital	1 unit
3.	Sarung Tangan	2 buah
4.	Masker	1 pack
5.	Nampan	6 unit
6.	Alat Kempa	1 Unit
7.	Cetakan Briket	1 unit
8.	Ember	2 unit
9.	Mesh ukuran 20	1 unit
10.	Mesh ukuran 30	1 unit
11.	Mesh ukuran 40	1 unit
12.	Mesh ukuran 50	1 unit
13.	Penumbuk	1 unit
14.	Toples	6 buah

g. *Retort*

*Retort* adalah alat yang digunakan untuk proses pengarangan dengan suhu yang dihasilkan dapat mencapai 800 °C, mempunyai diameter tabung bagian dalam 20 cm dan diameter bagian luar 35 cm serta tinggi 45 cm. Mempunyai tegangan listrik 220 volt, 3 phasa.



Gambar 3.7 *Retort*

h. Timbangan Digital

Timbangan digital berfungsi sebagai alat untuk menimbang massa bahan yang mempunyai ketelitian 1 gram



Gambar 3.8 Timbangan digital

i. Sarung Tangan Latex

Sarung tangan latek berfungsi sebagai alat pelindung diri dari kontaminasi.



Gambar 3.9 Sarung Tangan Latex

j. Masker

Masker berfungsi melindungi sistem pernafasan dari debu yang diakibatkan oleh proses penghalusan arang.



Gambar 3.10 Masker

k. Nampan

Nampan berfungsi sebagai tempat setelah briket dicetak



Gambar 3.11 Nampan

l. Alat Kempa

Alat pengepres briket merupakan dongkrak hidrolik yang telah dimodifikasi. Dongkrak ini dihubungkan dengan *pressure gauge* pada bagian pembuangan udara untuk mengukur tekanan pengepresan. Dongkrak hidrolik yang digunakan bertekanan maksimal 2 ton



Gambar 3.12 Alat kempa

m. Cetakan Briket

Cetakan briket berfungsi sebagai tempat agar briket terbentuk dengan tekanan yang sudah ditentukan, diameter cetakan 5 cm dan panjang 10 cm.



Gambar 3.13 Alat cetakan briket

n. Ember

Ember berfungsi sebagai tempat untuk menampung arang yang sudah halus kemudian dicampur dengan cairan tepung maizena yang sudah dilarutkan dengan air.



Gambar 3.14 Ember

o. Ayakan

Ayakan berfungsi sebagai tempat penyaringan serbuk arang. Ayakan yang digunakan adalah ukuran mesh 20, 30, 40, 50.



Gambar 3.15 Ayakan mesh 20



Gambar 3.16 Ayakan mesh 30



Gambar 3.16 Ayakan mesh 40



Gambar 3.17 Ayakan mesh 50

p. Penumbuk

Penumbuk berfungsi sebagai alat untuk menghaluskan arang batok kelapa dan arang kayu jati agar dapat lolos dari mesh ukuran 20, 30, 40, 50.



Gambar 3.19 Alat penumbuk

q. Wadah

Wadah sebagai tempat serbuk arang batok kelapa dan kayu jati yang sudah disaring menggunakan mesh ukuran 20, 30, 40, 5



Gambar 3.20 Wadah

### 3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan selama dalam penelitian ini adalah

Tabel 3.2. Bahan penelitian

NO	Bahan	Berat
1	Tepung Maizena	1 Kg
2	Batok Kelapa	2 Kg
3	Kayu Jati	2 Kg
4	Air	0,5 Liter



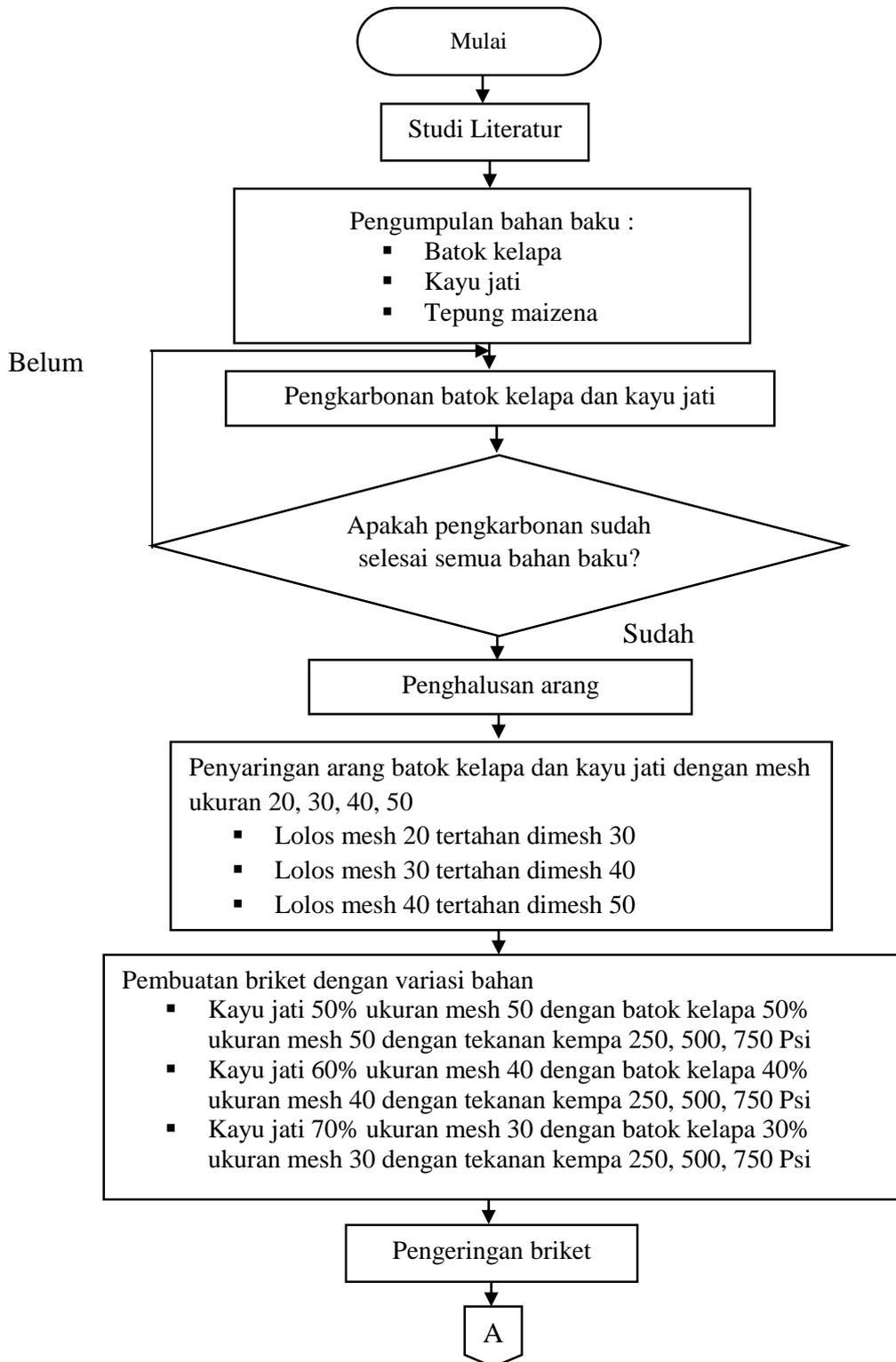
Gambar 3.21 Kayu jati

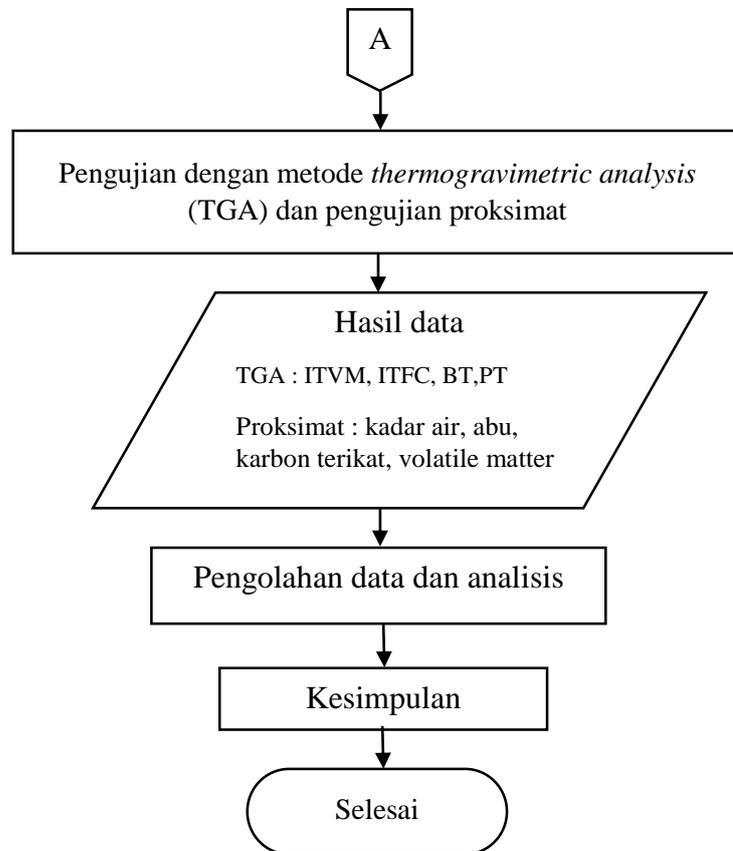


Gambar 3.22 Batok Kelapa

### 3.3. Pelaksanaan Penelitian

Berikut ini merupakan diagram alir uraian proses pembuatan briket





Gambar. 3.23. Diagram alir proses pembuatan briket.

### 3.3.1 Persiapan Bahan

Tahapan yang pertama adalah dengan membersihkan terlebih dahulu batok kelapa dari sisa serabut kelapa. Batok kelapa dan kayu jati dipotong kecil-kecil agar mudah dimasukkan ke dalam *retort*. Kemudian batok kelapa yang sudah bersih dijemur di bawah sinar matahari. Penjemuran dilakukan guna mengurangi kandungan air yang terdapat pada batok kelapa.



Gambar 3.24 Proses penjemuran batok kelapa

Bahan perekat yang digunakan terbuat dari tepung maizena yang dicampur dengan air dan dipanaskan kemudian diaduk hingga mengental.



Gambar 3.25 Proses pembuatan perekat

### 3.3.2 Proses Pengarangan

Batok kelapa dan kayu jati yang sudah kering kemudian dimasukkan ke dalam *retort* dengan suhu  $450^{\circ}\text{C}$  selama 3 jam. Untuk kayu jati menggunakan suhu  $500^{\circ}\text{C}$  dengan durasi yang sama yaitu 3 jam. Setelah itu, kemudian didiamkan selama 24 jam agar *retort* dingin dan dapat dibuka kembali.



Gambar 3.26 Proses Karbonisasi

### 3.3.3 Proses Pembriketan

Setelah batok kelapa yang sudah dikeluarkan dari *retort*, selanjutnya dihaluskan dengan menggunakan alat penumbuk. Kemudian hasil tumbukan tersebut disaring menggunakan ayakan manual dengan ukuran 20, 30, 40, 50 *mesh*. Pengayakan dilakukan dengan cara disusun agar lebih mudah memisahkan dari

berbagai ukuran *mesh* tersebut. Lolos *mesh* 20 tertahan di *mesh* 30, lolos *mesh* 30 tertahan di *mesh* 40, dan lolos *mesh* 40 tertahan di *mesh* 50. Kemudian dari berbagai ukuran *mesh* dipisahkan dan dimasukkan ke wadah yang berbeda.



Gambar 3.27 Proses pengayakan

Langkah selanjutnya, dengan memasukan berbagai variasi bahan dengan perekat ke dalam ember dan diremas hingga tercampur secara merata dan masukkan ke dalam cetakan.



Gambar 3.28 Proses pencampuran serbuk batok kelapa dan kayu jati dengan perekat

Cetakan briket terbuat dari pipa besi dengan diameter 5 cm dan tinggi 10 cm. Kemudian di pasang pada rangka besi yang telah dimodifikasi dan ditambah dengan dongkrak hidrolis. Dongkrak hidrolis yang dilengkapi dengan *pressure gauge* untuk mengetahui tekanan yang diberikan pada briket. Untuk memperkuat

briket agar tidak mudah hancur maka diperlukan perekat yang terbuat dari tepung maizena. Kondisi perlakuan yang diberikan pada pembriketan adalah :

- a. Perekat terbuat dari tepung maizena dengan perbandingan 60 ml air dicampur dengan 10 gram tepung maizena, selanjutnya dipanaskan kemudian diaduk hingga campuran air dengan tepung maizena mengental.
- b. Massa bahan perekat adalah 25% dari massa total berat briket.
- c. Massa total briket adalah  $\pm 10$  gram.
- d. Variasi pencampuran bahan dari 50% batok kelapa dan ukuran mesh 50 dengan 50% kayu jati ukuran mesh 50. 40% batok kelapa ukuran mesh 40 dengan kayu jati 60% ukuran mesh 40. 30% batok kelapa menggunakan mesh ukuran 30 dengan kayu jati 70% dengan mesh 30.
- e. Penekanan menggunakan variasi tekanan 250, 500, 750 Psi
- f. Berat semua spesimen adalah 10 gram

Tahapan selanjutnya yaitu dengan menjemur briket yang sudah jadi guna mengurangi kadar air yang terkandung akibat proses pencampuran perekat.

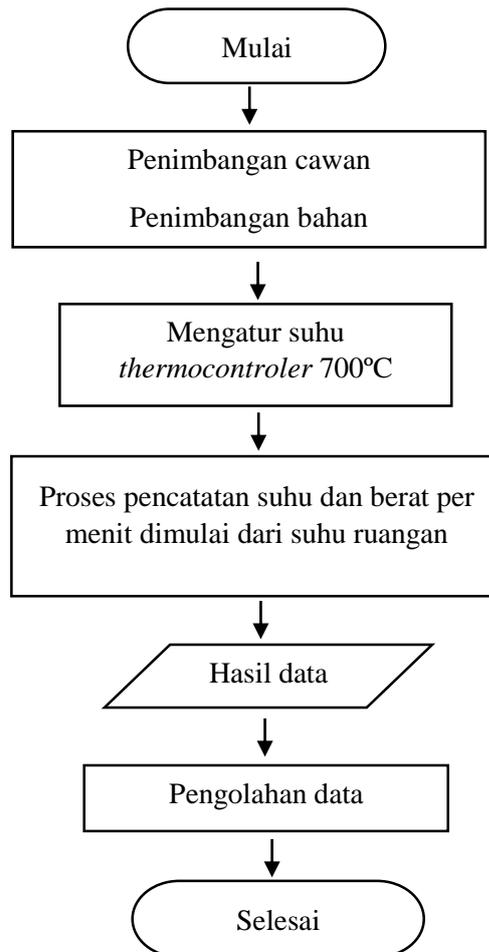


Gambar 3.29 Proses penjemuran

### 3.4. Proses Pengambilan Data Pembakaran

#### 3.4.1 Pengujian Thermogravimetric Analysis (TGA)

Proses pengambilan data pengujian briket batok kelapa dan kayu jati dengan metode *Thermogravimetriy Analysis* (TGA).



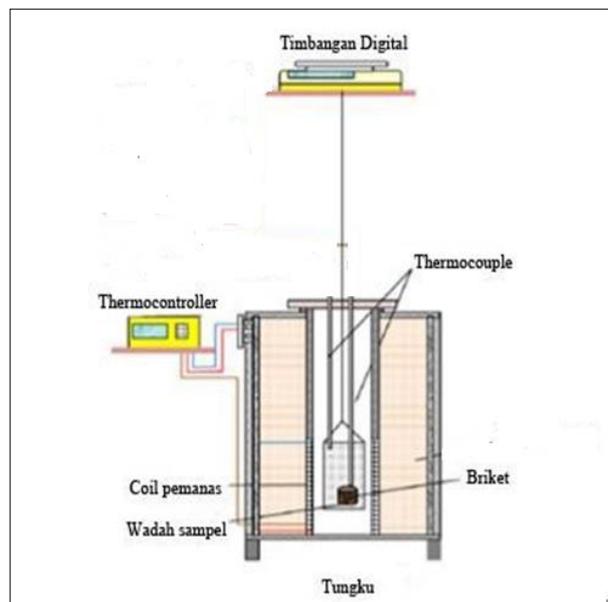
Gambar 3.30 Diagram alir proses pengujian *Thermogravimetri Analysis* (TGA)

Pada proses pengujian ini, pembakaran briket mulai dilakukan dengan cara mengatur suhu pada temperatur 700°C. Dimulai dengan suhu ruangan sampai dengan suhu 700°C sampai briket terbakar menjadi abu. Proses pengujian pembakaran briket dapat dijelaskan sebagai berikut.

Sampel briket dimasukkan ke dalam wadah cawan yang digantungkan pada timbangan digital. Kemudian ujung *thermocouple* di letakkan di samping sampel yang berada di dalam *furnace*. Ujung *thermocouple* yang lainnya dihubungkan ke *thermocontroller* untuk mengatur *heating rate*. Diasumsikan pada saat proses pengujian berlangsung temperatur diseluruh permukaan briket adalah sama.

Selama proses pembakaran data yang diambil berupa suhu briket dan pengurangan masa kemudian dilakukan pencatatan setiap satu menit. Waktu pembakaran dihitung mulai dari awal hingga ahir waktu pembakaran. Pencatatan dilakukan hingga briket terbakar habis dan tidak terjadi lagi pengurangan masa, yang berarti briket telah selesai terbakar.

Setelah data diperoleh maka langkah selanjutnya adalah dilakukan analisis data yaitu data pada pengurangan masa briket dan data pada temperatur.



Gambar 3.31 Skema Proses pengujian TGA

### 3.4.2 Pengujian Proksimat

Pengujian proksimat pada penelitian berikut ini dengan menggunakan standar pengujian ASTM D1762-84 tahun 2007. Dari hasil pengujian proksimat ini akan didapatkan beberapa macam data karakteristik berupa sebagai berikut :

#### a. Kadar air (*moisture content*)

Untuk mengetahui kadar air yang terkandung pada briket, maka sampel terlebih dahulu ditimbang dengan berat 2 gram, kemudian dimasukkan ke dalam oven dengan menggunakan suhu 104°C - 110°C selama kurang lebih satu jam atau hingga tanur kering. Kemudian hasil perbandingan antara berat sampel awal dan berat kering tanur menunjukkan kadar air dari sampel tersebut. Besarnya kadar air dapat dirumuskan pada persamaan 3.1 berikut ini:

$$\text{Moisture (\%)} = \left( \frac{A-B}{A} \right) \times 100 \dots\dots\dots 3.1$$

dengan :

A = Massa sampel awal

B = Massa sampel setelah dikeringkan

#### b. Zat – zat yang menguap (*volatile matter*)

Untuk mengetahui kadar *volatile matter*, maka terlebih dahulu sampel dengan berat kering tanur ditimbang, kemudian sampel yang sudah ditimbang dimasukkan kedalam *furnance* dengan suhu 900°C selama 15 menit. Kemudian perbandingan sampel berat kering tanur dengan sampel yang sudah dipanaskan hingga 900°C menunjukkan jumlah zat *volatile matter* dapat dirumuskan pada persamaan berikut ini:

$$\text{Volatile matter (\%)} = \left( \frac{B-C}{B} \right) \times 100 \dots\dots\dots 3.2$$

dengan :

C = Massa sampel terdapat pada titik *fixed carbon* (FC)

c. Kadar abu (*ash*)

Untuk mengetahui kadar abu, maka terlebih dahulu sampel briket dengan berat kering tanur ditimbang, kemudian sampel yang sudah ditimbang dimasukkan kedalam *furnance* dengan suhu 600°C selama kurang lebih 4 jam. Berat abu dari sisa – sisa pembakaran menunjukkan kadar abu pada sampel bahan bakar padat. Untuk menghitung kadar abu dapat dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus pada persamaan 3.3 berikut:

$$Ash (\%) = \left( \frac{D}{B} \right) \times 10 \dots\dots\dots 3.3$$

dengan;

D = Massa sampel pada titik *burning out*

d. Kadar karbon terikat (*fixed carbon*)

Untuk mengetahui kandungan kadar karbon terikat (*fixed carbon*) maka dengan perhitungan yang dinyatakan pada persamaan 3.4 berikut:

$$Fixed\ carbon (\%) = [100 - (moisture + volatile\ matter + ash)] \dots\dots\dots 3.4$$