

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode penelitian

Penelitian ini dilakukan terhadap briket batubara tipe telur non-karbonisasi yang berasal dari Kalimantan jenis Adaro. Metode penelitian yang dipakai adalah pendidihan air, karena metode ini dapat dengan cepat melihat kemampuan pembakaran briket batubara dalam beberapa tungku yang dikaitkan dengan optimasi efisiensi termal dan emisi gas yang dihasilkannya. Untuk mencapai sasaran penelitian, analisis dan pengujian karakteristik briket batubara non-karbonisasi dan tungku untuk rumah tangga, variabel yang digunakan antara lain :

- a. Parameter yang tetap yaitu berat briket serta penyulutnya dan berat air yang digunakan dalam pengujian.
- b. Parameter yang dirubah yaitu tipe tungku briket batubara yang digunakan dalam pengujian serta emisi gas yang dihasilkan pada pembakaran dan efisiensi termalnya dilihat dari profil temperatur serta banyaknya air yang mendidih dan berat abu yang dihasilkan.

3.2. Metode analisis

3.2.1. Analisis test

a. Nilai kalor

Ditentukan dengan peralatan bomb kalorimeter.

b. Proksimat

Sampel briket dibakar dalam furnace yang dapat diprogram pada suhu 105°C selama 3 jam untuk menghitung kandungan air, 950°C selama 7 menit untuk menghitung zat terbang dan 750°C sampai terbakar sempurna untuk menghitung kandungan abu briket. Karbon terikat ditentukan dengan perhitungan.

c. Ultimat

Karbon, hidrogen, dan nitrogen ditentukan dengan peralatan analyser CHN. Sulfur ditentukan dengan peralatan sulfur analyser, sedangkan oksigen didapat dari perhitungan.

3.2.2. Karakteristik pembakaran briket

a. Pengujian emisi dan profil suhu.

b. Pengujian efisiensi pembakaran dan efisiensi panas atau termal.

3.2.3. Perancangan tungku dengan memakai krus tahan panas dengan tebal krus

3 cm.

3.3. Alat dan Bahan yang Digunakan

3.3.1. Alat yang Digunakan

- Timbangan laboratorium
- Programable furnace merk Fisher Scientific model 495A
- Analiser proksimat merk Leco model TGA 501
- Analiser ultimat merk Leco model CHN 1000
- Bomb kalorimeter merk Leco model AC 350
- Data Logger merk Philips model 3635 A
- Termokopel
- Peralatan analisis gas merk Cosa model 4000
- Kolektor gas
- Fire ring beserta tatakannya
- Alat pencetak briket tipe telur
- Notebook Computer
- Panci dengan diameter 22 cm
- Timbangan dengan kapasitas 34 kg
- Neraca analitis
- Hidrolic Pressure
- Saringan ukuran 200 mesh
- Alat pengepres pellet untuk bomb calorimeter
- Stopwatch
- Desikator

3.3.2. Bahan yang Digunakan :

- Batubara
- Tanah liat
- Batu kapur (CaCO_3)
- Tepung tapioka (pengikat)
- Air
- PVA (Poli Vinil Alkohol)
- KNO_3 dan BaNO_3
- NaOH

3.4. Cara Kerja :

3.4.1. Pembuatan Briket Batubara

3.4.1.1. Persiapan Bahan :

1. Batubara, sebagai bahan dasar pembuatan briket. (80%)
2. Tanah liat, berguna untuk mempertahankan bentuk briket batubara sehingga tetap utuh ketika dibakar untuk mempertahankan optimasi pembakaran. (10%)
3. Batu kapur, berguna untuk mengikat bau yang berasal dari sulfur dan zat mudah terbang. (10%)
4. Pengikat, berfungsi sebagai perekat adonan briket saat dicetak menjadi briket. (3,5% dari no. 1+2+3)
5. Air, sebagai pelarut bahan pengikat.

3.4.1.2. Perlakuan Bahan :

- Batubara digerus sampai lolos ayakan 200 mesh.
- Tanah liat dihaluskan sampai lolos ayakan 60 mesh

3.4.1.3. Pembuatan Pengikat :

- Tapioka ditambah air kemudian ditambah larutan NaOH.
- Dikocok dan diaduk hingga homogen.

3.4.1.4. Pencampuran :

- Batubara halus dan tanah liat dicampur sampai merata.
- Campuran tersebut diatas ditambahkan dengan bahan pengikat kemudian diaduk sampai merata sehingga menjadi adonan briket batubara.

3.4.1.5. Pencetakan :

- Adonan dicetak dengan tekanan 100 kg/cm^2 .

3.4.1.6. Pengeringan :

- Briket batubara yang baru dicetak diangin-anginkan dulu di udara terbuka selama 1 hari.
- Setelah itu dimasukkan dalam oven selama 1 jam dengan suhu 80°C .
- Pengeringan dilanjutkan selama 6 jam dengan suhu 105°C .

3.4.1.7. Pembungkusan :

- Briket batubara yang masih panas didinginkan di udara luar selama kurang lebih 5 menit lalu dibungkus dengan plastik hampa udara supaya menghindari oksidasi udara luar.

- Briket batubara yang telah siap lalu disimpan di tempat penyimpanan.

3.4.2. Pembuatan Penyulut

3.4.2.1. Persiapan Bahan :

1. Oksidan (KNO_3 dan $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$). (30%)
2. Batubara dan arang kayu dengan perbandingan 3:2. (68%)
3. Poli Vinil Alkohol (PVA) (1%)
4. Tapioka, NaOH dan air. (2,5% dari no. 1+2+3)

3.4.2.2. Perlakuan Sampel :

- Batubara digerus sampai lolos ayakan 200 mesh.
- Arang kayu digerus sampai lolos ayakan 60 mesh.
- Oksidan (KNO_3 dan $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$) digerus halus lolos ayakan 60 mesh.

3.4.2.3. Pembuatan Pengikat :

- Tapioka ditambah air kemudian ditambahkan larutan NaOH.
- Dicampur bahan tersebut hingga merata.
- PVA dilarutkan dalam air panas dengan menggunakan magnetik stirer hingga larut merata.

3.4.2.4. Pencampuran :

- Batubara ditambah arang kayu dan oksidan yang telah dihaluskan diaduk sampaiu tercampur merata.
- Campuran di atas tersebut ditambah bahan pengikat kemudian dicampur dan diaduk sampai tercampur sempurna menjadi adonan penyulut.

- Campuran di atas tersebut ditambah bahan pengikat kemudian dicampur dan diaduk sampai tercampur sempurna menjadi adonan penyulut.

3.4.2.5. Pencetakan:

- Adonan penyulut dicetak dengan tekanan 100 kg/cm^2 .

3.4.2.6. Pengeringan :

- Briket penyulut diangin-anginkan dulu selama kurang lebih 1 hari.
- Briket penyulut kemudian dikeringkan dalam oven selama 1 jam dengan suhu 80°C .
- Pengeringan dilanjutkan selama 6 jam dengan suhu 105°C .

3.4.2.7. Pembungkusan :

- Penyulut yang masih panas didinginkan di udara luar selama kurang lebih 5 menit.
- Penyulut kemudian dibungkus dengan plastik hampa udara supaya tidak teroksidasi oleh udara.

3.4.3. Analisis Proksimat

3.4.3.1. Analisis Kadar Air

- Sampel digerus dan disaring dengan saringan 60 mesh.
- Ditimbang sampel masing-masing 1 gram dan ditempatkan pada 3 crusibel.
- Dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam.
- Didinginkan dalam desikator lalu ditimbang

Rumus :

$$\% \text{ Kadar air} = (A - B) / C \times 100\%$$

Dimana :

A = berat sebelum pemanasan (gr)

B = berat setelah pemanasan (gr)

C = berat sampel (gr)

3.4.3.2. Penentuan Kadar Zat Terbang :

- Sampel digerus dan disaring dengan saringan 60 mesh.
- Ditimbang sampel masing-masing 1 gram dan ditempatkan pada 3 krusibel dan ditutup.
- Dipanaskan pada suhu 950°C selama 7 menit.
- Didinginkan dalam desikator kemudian ditimbang.

Rumus :

$$\% \text{ Kehilangan berat} = (A - B) / C \times 100 \% \\ = E$$

$$\text{Kadar zat terbang} = E - D$$

Dimana :

A = berat sebelum pemanasan (gr)

B = berat setelah pemanasan (gr)

C = berat sampel (gr)

D = kadar air

3.4.3.3. Penentuan Kadar Abu

- Ditimbang masing-masing 1 gram sampel batubara lolos saringan 60 mesh, kemudian dimasukkan dalam 3 krusibel yang telah diketahui beratnya.
- Dipanaskan pada suhu 750° C selama 3 jam.
- Didinginkan dalam desikator kemudian ditimbang.

Rumus :

$$\% \text{ Kadar abu} = A / C \times 100 \%$$

Dimana :

A = berat abu (gr)

C = berat sampel (gr)

3.4.3.4. Penentuan Kadar Karbon Tetap

Untuk mengetahui kandungan karbon tetap dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\% \text{ Karbon tetap} = 100\% - \% \text{ zat terbang} - \% \text{ abu} - \% \text{ air}$$

3.4.4. Analisis Ultimat

3.4.4.1. Analisis Kadar C, H, N dan S

- Ditimbang kurang lebih 0,2 gram sampel dalam aluminium foil.
- Dimasukkan dalam holder.
- Ditunggu selama 5 menit dan hasil akan keluar melalui printer recorder.

3.4.4.2. Analisis Kadar O

Penentuan kadar oksigen dilakukan secara tidak langsung yaitu dengan pengurangan terhadap 100% oleh penjumlahan % total moisture, % abu, % sulfur, % karbon, % hidrogen dan % nitrogen.

Rumus :

$$\begin{aligned} \% \text{ Oksigen} = & 100\% - \% \text{ air} - \% \text{ abu} - \% \text{ sulfur} - \% \text{ karbon} - \% \text{ hidrogen} \\ & - \% \text{ nitrogen} \end{aligned}$$

3.4.4.3. Analisis Karbon Dalam Abu

- Sampel abu ditimbang seberat 1 gram , ditempatkan dalam 3 krusibel.
- Abu dipanaskan selama 20 menit sebesar 110⁰ C lalu dimasukkan ke dalam desikator selama 3 menit.
- Kemudian dimasukkan dalam oven dan dipanaskan sebesar 750⁰ C selama 1 jam.

$$\% \text{ Karbon} = (A - B) / C \times 100 \%$$

Dimana :

A = Berat sampel dan krusibel

B = Berat sampel setelah pemanasan dan krusibel

C = Berat sampel

3.4.5. Penentuan Nilai Kalor

- Ditimbang 1 gram sampel batubara lolos saringan 60 mesh, kemudian dibentuk pellet dengan pellet press dan ditimbang lagi.
- Pellet diletakkan pada krus besi dan dimasukkan dalam Bomb Pembakar Oksigen.
- Kawat pembakar sepanjang 10 cm disentuhkan pada pellet.
- Tabung Bomb Pembakar Oksigen diisi dengan gas oksigen sampai tekanannya 25 atm dan dimasukkan dalam oval bucket yang telah diisi dengan 2 kg aquadest.
- Dipasang dua kabel ignition dan ditutup dengan Bomb pembakar Oksigen.
- Dipasang termometer dan karet pemutar pada roda pemutar.
- Dihidupkan roda pemutar selama 5 menit kemudian dicatat suhunya.
- Dicatat perubahan suhu tiap menit sampai menit ke 18 atau 20.
- Pada 5 menit pertama ditekan tombol Parr Bomb Ignition Unit sampai lampu menyala. Bila lampu mati berarti kawat telah terbakar.
- Setelah menit ke 18 atau ke 20 tercapai hentikan pengadukan dan diamkan selama 5 menit.
- Kemudian OCB diangkat dan gasnya dikeluarkan perlahan-lahan.

3.4.6. Pengujian Effisiensi Termal :

- Menimbang tungku dan bahan bakar tipe telur seberat 1000 gram beserta ignitor tipe telur seberat 200 gram yang kemudian diisikan sesuai

kapasitas tungku serta mengisi air seberat 2500 gram ke dalam panci berdiameter 22 cm.

- Pemasangan titik-titik pengukuran dengan menggunakan termokopel yang dihubungkan dengan data logger untuk mencatat suhu pada tiap-tiap pengukuran.
- Kemudian dinaikkan pada timbangan dengan kapasitas 34 kg kemudian dicatat berat sistemnya yang terdiri dari berat panci dan tutup, berat air, berat bahan bakar serta ignitornya.
- Pembakaran bahan bakar pada tungku tanah liat, dicatat waktu mulai penyalaan sampai api mulai tersebar merata kemudian panci dinaikkan dan dicatat waktunya dan dicatat berat sistemnya setiap 5 menit.
- Dicatat waktu air mulai mendidih dan waktu air mulai diturunkan kemudian diganti airnya dengan yang baru seberat 2500 gram lalu dicatat waktu air dinaikkan sampai mendidih lagi lalu dicatat waktu mendidihnya dan seterusnya sampai air dalam panci yang tertutup tidak dapat mendidih lagi atau dengan kata lain berat sistem konstan.
- Dicatat berat abu dan berat sistem yang terakhir.
- Diulang lagi untuk tungku khusus briket batubara tipe selinder dan kerucut dengan cara yang sama seperti di atas.

3.4.7. Pengujian Emisi Gas :

- Ditimbang briket batubara tipe telur sebanyak 1000 gram beserta ignitornya seberat 200 gram serta menimbang panci yang berdiameter 22 cm dan berat air sebesar 3000 gram.
- Pada titik-titik pengukuran dipasang termokopel yang dihubungkan dengan data logger untuk mencatat suhu pada tiap-tiap pengukuran.
- Dipasang kolektor gas untuk menangkap emisi gas yang dikeluarkan kemudian dihubungkan dengan probe analisis gas yang sambungannya diisolasi untuk mencegah kebocoran gas kemudian dihubungkan gas analiser yang sebelumnya dikalibrasi dulu lalu dihubungkan dengan notebook komputer untuk melihat grafiknya.
- Pembakaran bahan bakar briket batubara tipe telur dilakukan pada tungku tanah liat kemudian dicatat waktu penyalaan, waktu api tersebar merata, waktu terbakar maksimal, waktu penggunaan dan waktu terbakar habis total.
- Suhu dicatat pada waktu air mulai mendidih dan biarkan sampai api mulai padam yaitu suhu sekitar 75° C lalu matikan instrument.
- Catat berat abu dan sisa air yang terdapat dalam panci.
- Diulangi lagi untuk pembakaran tungku khusus batubara tipe kerucut maupun tipe selinder.

3.4.8. Disain Tungku Dengan Krus Tahan Panas.

Dalam penelitian ini digunakan krus keramik yaitu tanah liat yang berkekuatan di bawah 1000°C karena suhu atas pembakaran maksimum sekitar 700°C sampai 800°C . Dalam hal ini krus yang dibuat yaitu tipe kerucut dan selinder yang telah disesuaikan ukurannya dengan tungku khusus batubara yang ada pada UPT- LSDE BPPT. Krus tanah liat ini dicetak di daerah Plered Purwakarta Jawa Barat.

