

BAB IV

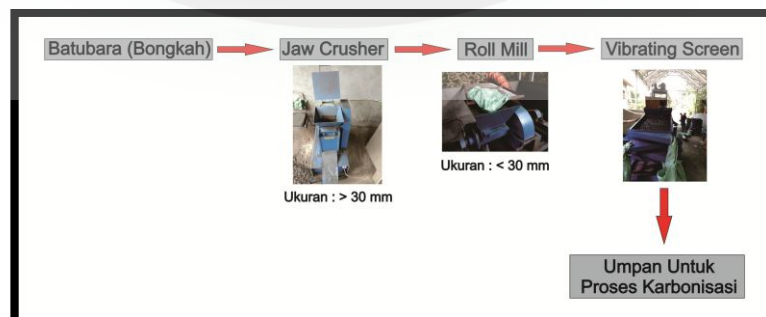
PROSEDUR DAN HASIL PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan pengujian sampel batubara yang disuplai dari perusahaan batubara daerah Kecamatan Palaran, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur. Kegiatan penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kualitas batubara yang akan digunakan untuk menjadi bahan *carbonriser*.

4.1 Preparasi Batubara

Batubara yang akan digunakan biasanya dalam bentuk ukuran bongkah sehingga perlu dilakukan pengecilan ukuran terlebih dahulu. Pengecilan ukuran dilakukan karena dimana pengumpanan batubara ke dalam *rotary kiln* menggunakan *screw feeder*, juga mempertimbangkan kesesuaian spesifikasi ukuran produk *carbonriser* yang dihasilkan.

Tahap pertama *preparasi* yaitu dengan menggunakan *jaw crusher* untuk memperkecil batubara. Selanjutnya dengan menggunakan *roll mill* batubara diperkecil kembali menjadi ukuran < 30 mm. Untuk mendapatkan ukuran butir yang seragam dilakukan pengayakan menggunakan *vibrating screen*. Berikut tahapan preparasi batubara terdapat pada gambar 4.1



Sumber : Data Tugas Akhir, 2019

Gambar 4.1
Tahapan Preparasi Batubara

4.2 Proses *Carbonriser* dan Alat

Selama preparasi batubara berlangsung pada saat yang sama dilakukan pemanasan *rotary kiln*. *Rotary kiln* dengan dimensi panjang 8 m dan diameter dalam 0,8 m membutuhkan waktu selama 8-10 jam sehingga mencapai temperatur 800-900 °C, energi panas yang digunakan bersumber dari pembakaran siklon (*cyclone burner*) yang berbahan bakar batubara halus berukuran 30 mesh.



Gambar 4.2
Pembakaran *Siklon*

Cara kerja pembakar siklon ini batubara dialirkan ke dalam ruang pembakaran yang sudah dipanaskan terlebih dahulu, dengan bantuan hembusan udara dari *blower* sehingga batubara terbakar dan menghasilkan energi panas (suhu di dalam ruang pembakaran > 1000°C) yang dialirkan ke dalam *rotary kiln*, hingga mencapai suhu 800-900°C. Pengaturan kestabilan temperatur dilakukan melalui pengaturan udara pada blower ke pembakar *siklon* dan putaran motor *exhauster* yang berfungsi untuk mendistribusikan panas ke dalam *rotary kiln*.

Setelah tercapai temperatur 800°-900°C umpan batubara dimasukkan ke dalam *hopper* melalui *bucket elevator*. Banyaknya umpan batubara yang dimasukkan ke dalam *rotary kiln* mengacu pada perolehan spesifikasi produk *carbonriser*.

Pengaturan kondisi proses karbonisasi dilakukan selain mempertimbangkan waktu tinggal juga mempertimbangkan ukuran butir.

Dalam melakukan kegiatan karbonisasi batubara untuk dapat digunakan sebagai *carbonriser* maka batubara harus di bakar terlebih dahulu menggunakan alat *rotary kiln*. Tujuan dari pembakaran ini agar mendapatkan nilai karbon tertambat (FC) dari batubara harus di atas 80% dan zat terbang kurang dari 5% bahkan sekecil mungkin. Standar yang digunakan adalah standar ASTM. Analisis yang dilakukan adalah analisis proksimat. Analisis dilakukan untuk menganalisis karakteristik batubara untuk dijadikan *carbonriser*. Batubara yang digunakan pada proses karbonisasi adalah batubara yang telah diproses dari *coal mill* yaitu berupa pengecilan ukuran batubara yang menggunakan alat *jaw crusher* dan *vibrating screen* sehingga didapatkan ukuran kurang lebih sebesar 1-3 cm. Tujuan dari pengecilan ukuran ini agar mendapatkan ukuran batubara yang sejenis dan tujuan pembakaran batubara ini bisa tercapai.

Dalam operasional pembuatan *carbonriser* dengan menggunakan alat *rotary kiln* yang berkapasitas 1 ton/hari, dilakukan beberapa tahap persiapan terlebih dahulu persiapan tersebut meliputi :

- a. Analisis kualitas/spesifikasi batubara yang akan digunakan sebagai bahan baku *carbonriser*
- b. Preparasi, yang meliputi pengecilan ukuran dan pengayakan
- c. Proses karbonisasi
- d. Pengujian kualitas/spesifikasi produk
- e. *Packing* produk

4.3 Analisis Proksimat

Analisis karakteristik bahan baku batubara menjadi hal yang sangat penting, karena akan mempengaruhi karakteristik *carbonriser* yang dihasilkan. Analisis

karakteristik batubara meliputi analisis proksimat yang terdiri atas analisis kadar air, kadar abu, kadar zat terbang dan kadar karbon tertambat. Tabel 4.1 menunjukkan hasil analisis karakteristik batubara.

Tabel 4.1
Analisis Karakteristik Batubara

Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Zat Terbang (%)	Karbon Tertambat (%)	Total Sulfur
16,5	4,29	39,16	40,05	0,28

Sumber : Data Tugas Akhir, 2019

Analisa proksimat yang dilakukan adalah menentukan nilai kadar air, kadar abu, kadar zat terbang dan kadar karbon tertambat.

4.3.1 Pengujian Kadar Air

Tujuan Analisis :

Untuk mengetahui kandungan air yang berada di dalam sampel batubara.

Standar Analisis :

ASTM D 3173-03 *Standard Test Method for Moisture in the Analysis Sample of Coal and Coke*

Prosedur Penelitian :

Prosedur penelitian dalam pengujian kadar air adalah sebagai berikut:

1. Oven pengering

Atur suhu oven pada 105 °C sampai 110 °C



Gambar 4.3
Oven Pengering

2. Neraca analitik dengan ketelitian 0,1 mg

Timbang berat kosong petridish beserta tutupnya lalu tambahkan dengan merata ± 1 gram conto dengan ketelitian 0,0001 gram



Gambar 4.4
Neraca Analitik

3. *Petridish*

Conto yang ada pada petridish lalu diratakan setelah diratakan ditutup, Masukkan kedalam oven, kemudian buka tutup *petridish* dan dipanaskan di dalam oven selama 1 jam



Gambar 4.5
Petridish

4. Desikator untuk tempat mendinginkan

Keluarkan *petridish* dan tutup, lalu masukkan kedalam desikator dan dinginkan selama 30 menit, Timbang *petridish* yang berisi conto setelah dipanaskan lalu lakukan



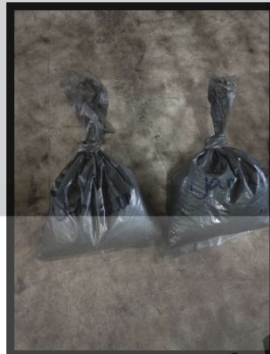
Gambar 4.6
Desikator

Bahan :

Bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Sampel batubara

Sampel yang digunakan terlebih dahulu di haluskan menggunakan alat lab *pulverizer* (manual).



Gambar 4.7
Sampel Batubara

Hasil Analisis :

Contoh pengujian

Contoh perhitungan *Inherent Moisture*

Rumus perhitungan :

$$\%IM = \frac{\text{Berat air yang hilang (g)}}{\text{Berat Sample (g)}} \times 100 \%$$

$$\%IM(adb) = \frac{M_2 - M_3}{M_2 - M_1} \times 100 \%$$

Ket : M1 = Berat cawan kosong (gr)

M2 = Berat cawan + sampel sebelum pemanasan (gr)

M3 = Berat cawan + sampel setelah pemanasan (gr)

Tabel 4.2
Data Hasil Kadar Air

Inherent Moisture	Contoh Percobaan
Berat Cawan Kosong / M1 (gr)	42.3803
Berat Cawan + Sampel Sebelum Pemanasan / M2 (gr)	43.3832
Berat Cawan + Sampel Setelah Pemanasan / M3 (gr)	41.0022
Berat Sampel (gr)	1.0029
% Inherent Moisture	5.8

Sumber : Data Tugas Akhir, 2019

Percobaan :

$$\%IM(adb) = \frac{M2 - M3}{M2 - M1} \times 100 \%$$

$$\% IM = \frac{43.3832 - 41.0022}{43.3832 - 42.3803} \times 100 \%$$

$$\% IM = 5.8 \%$$

4.3.2 Pengujian Kadar Zat Terbang

Tujuan Analisis :

Untuk mengetahui banyaknya zat yang hilang bila sampel batubara dipanaskan.

Standar Analisis :

ASTM D 3175-2011 Method for Volatile Matter in the Analysis Sample of Coal and Coke

Prosedur Penelitian :

Prosedur penelitian dalam pengujian kadar zat terbang adalah sebagai berikut:

1. *Crucible* dan tutup

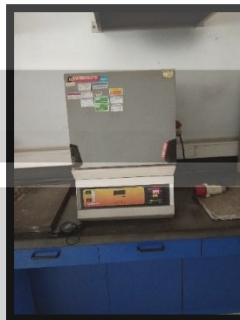
Timbang kosong *crucible* dan tutupnya lalu tambahkan ± 1 gram conto dengan ketelitian 0,0001 gram. Tutup *crucible*.



Gambar 4.8
Crucible

2. *Furnace*

Masukkan ke dalam *furnace* 900 °C selama 10 menit Keluarkan dari *furnace*.



Gambar 4.9
Furnace

3. Desikator

Dinginkan dan masukkan ke dalam desikator selama 30 menit, timbang kembali *crucible*.



Gambar 4.10
Desikator

Hasil Analisis :

Contoh perhitungan

Rumus perhitungan :

$$\%VM = \left(\frac{\text{Berat akhir yang hilang (g)}}{\text{Berat Sample (g)}} \times 100 \% \right) - \% IM$$

$$\%VM(adb) = \left(\frac{M_2 - M_3}{M_2 - M_1} \times 100 \% \right) - \% IM$$

Ket : M1 = Berat cawan kosong (gr)

M2 = Berat cawan + sampel sebelum pemanasan (gr)

M3 = Berat cawan + sampel setelah pemanasan (gr)

Tabel 4.3
Data Hasil Kadar Zat Terbang

Volatile Matter	Contoh Percobaan
Berat Cawan Kosong / M1 (gr)	23.3421
Berat Cawan + Sampel Sebelum Pemanasan / M2 (gr)	24.364
Berat Cawan + Sampel Setelah Pemanasan / M3 (gr)	19.2001
Berat Sampel (gr)	1.0219
% Inherent Moisture	5.8
% Volatile Matter	17.58

Sumber : Data Tugas Akhir, 2019

Percobaan :

$$\%VM(adb) = \left(\frac{M_2 - M_3}{M_2 - M_1} \times 100 \% \right) - \% IM$$

$$\%VM(adb) = \left(\frac{24.3640 - 19.2001}{24.3640 - 23.3421} \times 100 \% \right) - 5.8 \%$$

$$\% VM = 17.58 \%$$

4.3.3 Pengujian Kadar Abu

Tujuan Analisis :

Untuk mengetahui kadar abu yang berada di dalam sampel batubara

Standar Analisis :

ASTM D 3174-89 Test Method for Ash in the Analysis Sample of Coal and Coke

Persiapan alat :

1. Siapkan *crucible* dan timbangan
2. Set program *furnace* yaitu:

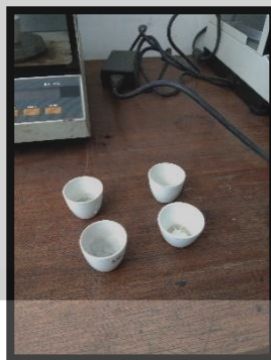
- a. Tahap I (250 °C) kenaikan temperatur 16 °C /menit
- b. Tahap II (250-500 °C) kenaikan temperatur 16 °C /menit
- c. Tahap III (500-750 °C) kenaikan temperatur 8 °C /menit
- d. Tahap IV (750 °C) kenaikan temperatur 60 °C /menit
- e. Tahap V penurunan temperatur 20 °C /menit sampai temperatur mendekati mulai start

Prosedur Penelitian :

Prosedur penelitian pada proses kadar abu adalah sebagai berikut:

1. *Crucible*

Timbang kosong *crucible* dan tambahkan ± 1 gram conto dengan ketelitian 0,0001 gram, Ratakan conto pada permukaan *crucible*



Gambar 4.11
Crucible

2. *Furnace*

Masukkan ke dalam *furnace* lalu set pemanasan sampai maksimum 750 °C Diamkan selama 1,5 jam lalu stop secara manual atau biarkan program berhenti , jika sudah sampai ke titik pemanasan maksimum. Biarkan dingin sebentar dan keluarkan *crucible* dari *furnace*.



**Gambar 4.12
Furnace**

3. Desikator

Masukkan ke dalam desikator selama 30 menit , timbang *crucible* dan conto sampel



**Gambar 4.13
Desikator**

Hasil Analisis :

Contoh perhitungan:

Rumus :

$$\% \text{ Ash} = \frac{\text{Berat Residu (g)}}{\text{Berat Sample (g)}} \times 100 \%$$

$$\text{Ash} = \frac{\text{Berat Setelah Pemanasan} - \text{Berat Cawan Kosong}}{\text{Berat Sebelum Pemanasan} - \text{Berat Cawan Kosong}} \times 100 \%$$

Tabel 4.4
Data Hasil Kadar Abu

Ash	Contoh Percobaan
Berat Cawan Kosong / M1 (gr)	12.6779
Berat Cawan + Sampel Sebelum Pemanasan / M2 (gr)	13.6824
Berat Cawan + Sampel Setelah Pemanasan / M3 (gr)	12.699
Berat Sampel (gr)	1.0045
% Ash	7.79

Sumber : Data Tugas Akhir, 2019

Percobaan :

$$\% \text{ Ash} = \frac{\text{Berat Setelah Pemanasan} - \text{Berat Cawan Kosong}}{\text{Berat Sebelum Pemanasan} - \text{Berat Cawan Kosong}} \times 100 \%$$

$$\% \text{ Ash} = \frac{12.6990 - 12.6779}{13.6824 - 12.6779} \times 100 \%$$

$$\% \text{ Ash} = 7.79 \%$$

4.3.4 Hasil Karbon Tertambat

$$\% \text{ FC} = 100 \% - (\% \text{ IM} + \% \text{ VM} + \% \text{ Ash})$$

$$\% \text{ FC} = 100 \% - (5.8 \% + 17.58 \% + 7.79 \%)$$

$$= 68.83 \%$$

4.4 Hasil Proses Carbonriser

Berikut adalah hasil proses *carbonriser* dengan dilakukannya pengujian analisis proksimat secara keseluruhan beserta data penunjang lainnya seperti ukuran umpan 1-3 cm dan waktu tinggal, jumlah umpan dan putaran kiln yang berbeda-beda:

Tabel 4.5
Data Hasil Proses Carbonriser Dengan Waktu Tinggal 1 Jam

Kode	Waktu Tinggal	Jumlah Umpan (Kg/jam)	Putaran (rpm)	Analisis Proksimat			
				FC %	Ash %	IM%	VM%
A	1 Jam	150	20	68,81	7,79	5,81	17,58
				69,89	7,56	5,38	17,17
				74,95	6,57	3,22	15,26
				68,03	6,47	7,70	17,79
				70,31	7,05	4,89	17,74
				71,98	6,19	5,89	15,94
				71,88	7,48	6,26	14,37
				68,51	10,14	5,31	16,03
				68,62	8,57	4,44	18,37
				70,60	7,77	5,37	16,25
				70,52	8,67	4,27	16,54
				67,69	8,41	4,34	19,56
				67,59	9,62	5,23	17,56
				70,89	7,43	6,46	15,22
				65,65	8,46	6,87	19,01
				68,55	7,24	5,54	18,67
				Rata-rata			

Sumber : Data Tugas Akhir, 2019

Tabel 4.6
Data Hasil Proses Carbonriser Dengan Waktu Tenggat 1,5 Jam

Kode	Waktu Tenggat	Jumlah Umpan (Kg/Jam)	Putaran (rpm)	Analisis Proksimat			
				FC %	Ash %	IM%	VM%
B	1.5 Jam	150	15	71,42	7,67	5,71	15,19
				67,98	8,84	4,42	18,76
				72,03	6,57	4,55	16,85
				68,16	7,99	6,32	17,53
				68,36	7,45	5,73	18,46
				68,64	7,44	5,47	18,45
				70,31	7,35	5,89	16,46
				Rata-rata	69,56	7,62	5,44
C	1.5 Jam	150	17,5	70,99	8,70	5,12	15,19
				70,09	7,49	5,58	16,83
				69,78	8,17	5,40	16,64
				69,00	9,84	5,49	15,67
				72,93	7,72	4,87	14,48
				68,00	9,72	7,11	15,17
				66,14	11,33	4,70	17,84
				Rata-rata	69,56	9,00	5,47

Sumber : Data Tugas Akhir, 2019

Tabel 4.7
Data Hasil Proses Carbonriser Dengan Waktu Tenggat 3 Jam

Kode	Waktu Tenggat	Jumlah Umpan (Kg/Jam)	Putaran (rpm)	Analisis Proksimat			
				FC %	Ash %	IM%	VM%
D	3 Jam	50	20	87,03	8,45	1,46	3,06
				88,01	7,34	2,58	2,07
				87,15	8,09	2,45	2,31
				83,99	9,97	2,97	3,07
				85,26	9,44	2,87	2,44
				85,92	11,04	1,04	1,99
				85,65	10,45	1,35	2,55
				84,07	10,34	2,91	2,68
				85,41	7,87	2,83	3,89
				86,55	7,27	2,00	4,17
				87,80	6,05	2,67	3,48
				85,46	6,11	1,76	6,66
				79,35	7,77	3,18	9,70
				90,36	6,05	2,35	1,23
				85,15	7,66	3,71	3,48
Rata-Rata	85,81	8,26	2,41	3,52			
E	3 Jam	100	20	86,82	8,87	1,12	3,19
				85,14	8,95	3,58	2,33
				83,46	10,78	2,92	2,84
				84,13	9,23	3,54	3,10
				85,28	6,02	3,97	4,72
				86,44	8,01	3,78	1,76
				87,77	6,77	3,19	2,27
				85,24	7,22	3,23	4,31
				85,74	9,56	2,25	2,46
				87,06	8,32	2,79	1,83
				85,88	6,34	3,58	4,19
				86,73	7,65	2,45	3,16
				86,38	8,09	2,80	2,72
				87,19	9,08	1,69	2,04
				79,37	15,02	3,13	2,48
				74,12	20,49	3,30	2,09
				72,99	21,47	1,74	3,79
				70,92	21,67	3,01	4,39
				77,47	17,26	1,94	3,33
				80,03	15,42	2,05	2,50
Rata-Rata	82,91	11,31	2,80	2,97			

Sumber : Data Tugas Akhir, 2019

Tabel 4.8
Data Hasil Proses Carbonriser Dengan Waktu Tenggat 2,5 Jam

Kode	Waktu Tenggat	Jumlah Umpan (Kg/Jam)	Putaran (rpm)	Analisis Proksimat			
				FC %	Ash %	IM%	VM%
F	2.5 Jam	100	25	81,22	13,47	2,20	3,12
				77,97	14,09	3,04	4,90
				86,82	9,23	1,37	2,58
				87,06	8,25	1,81	2,87
				87,11	8,01	1,98	2,90
				86,38	8,25	2,39	2,97
				86,19	8,12	2,18	3,50
				88,41	6,15	2,32	3,11
				87,99	6,15	1,81	4,05
				85,87	8,56	2,94	2,63
				86,66	7,26	2,21	3,86
				87,10	6,98	3,26	2,66
				86,90	7,04	2,38	3,68
				87,99	8,23	1,46	2,32
				87,38	6,47	2,39	3,76
				85,24	6,92	3,34	4,50
				85,91	7,42	2,67	4,00
Rata-Rata				86,01	8,27	2,34	3,38

Sumber : Data Tugas Akhir, 2019