

BAB IV

PROSEDUR DAN HASIL PENELITIAN

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan di PT Anindya Wiraputra Konsult Banjarbaru, Provinsi Kalimantan Selatan, kegiatan ini dilakukan di Laboratorium analisis PT Anindya Wiraputra Konsult, yang bertujuan untuk meneliti potensi *Slagging* dan *fouling* berdasarkan faktor yang diterapkan oleh salah satu perusahaan boiler di Amerika. Pengujian *slagging* dan *fouling*, menggunakan analisis khusus (*Ash analysis* dan *Ash fusion Temperature*). Sampel yang digunakan adalah 5 sampel batubara dengan kelas rank *Sub-bituminous* berdasarkan ASTM D388-12, Batubara yang diuji adalah batubara berasal dari Provinsi Kalimantan Selatan, yang tidak dapat disebutkan daerahnya. Kegiatan pengujian yang dilakukan seluruhnya di PT Anindya Wiraputra Konsult, sejak dari Perparasi sampel, analisis proksimat, analisis ultimat, nilai kalor, *ash analysis* dan *ash fusion temperature*.

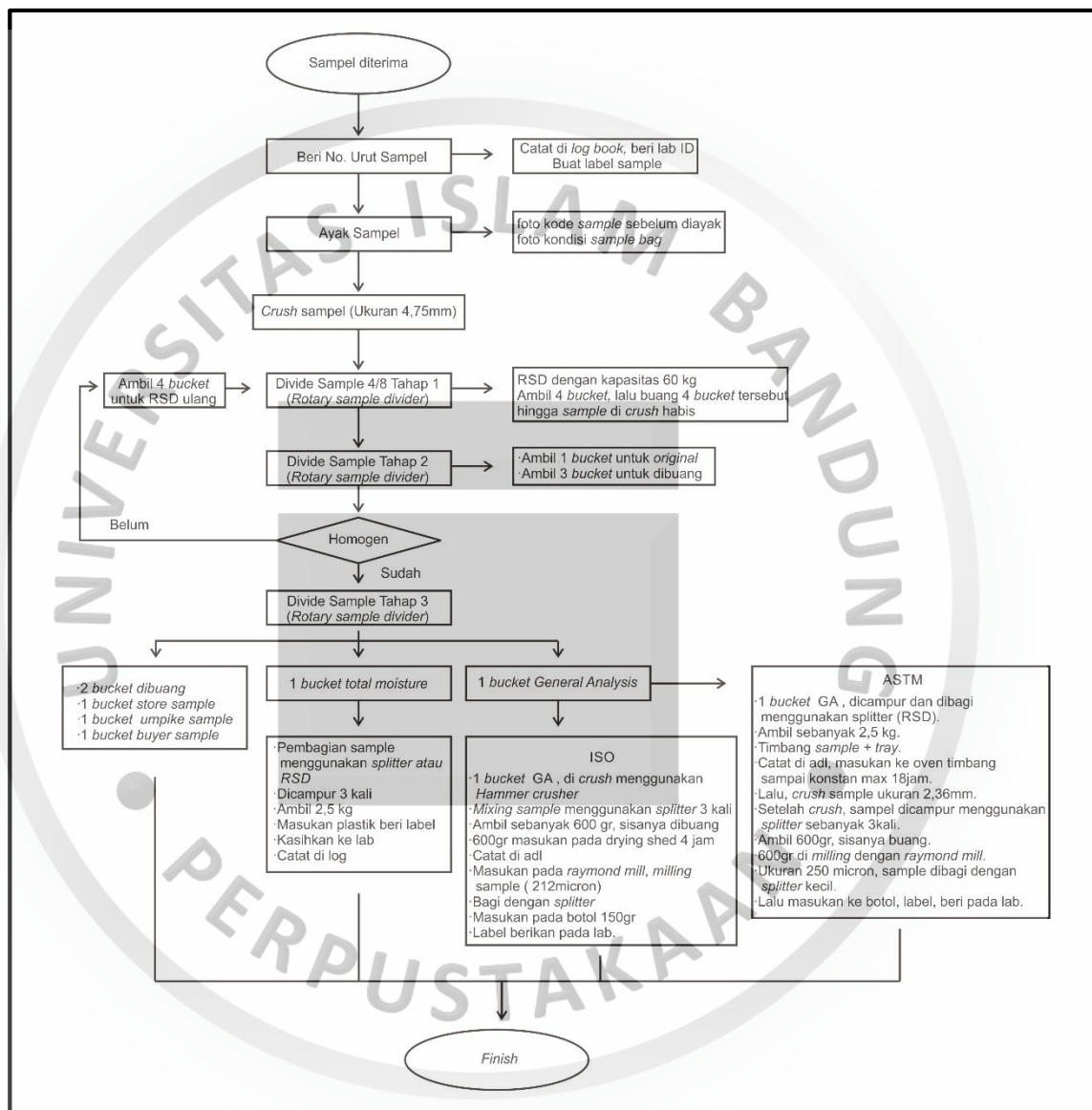
Pada kegiatan pengamatan ini, yang termasuk *general analysis* yang dilakukan adalah analisis proksimat dan analisis ultimat, serta analisis khusus seperti penentuan nilai kalor batubara, *ash analysis*, dan pengujian *ash fusion temperature*, sehingga data-data dasar hasil pengujian pada sampel batubara dapat diolah dan didapat nilainya, kemudian data tersebut dilakukan perhitungan faktor *slagging* dan *fouling* berdasarkan *Babcock and Wilcox*.

4.1 Prosedur Pengamatan

4.1.1 Preparasi Sampel

Batubara yang digunakan sebagai pengujian sampel adalah batubara pihak *consumer* dengan ukuran awal secara acak, yang kemudian dilakukan preparasi agar

menghasilkan sampel yang seragam secara ukuran ataupun *homogen* berdasarkan standar yang diterapkan sehingga *output* akhir berupa sampel ± 600 gram berukuran 250 micron didalam botol.



Sumber : Hasil Pengamatan Tugas Akhir PT Anindya Wiraputra Konsult, 2019

Gambar 4.1
Diagram Alir Preparasi

4.1.2 Pengujian Sampel Batubara

Sampel batubara yang telah melalui proses preparasi kemudian disimpan pada ruangan khusus penyimpanan yang kemudian akan dilakukan analisis

meliputi *general analysis* dan analisis khusus, sampel yang telah disiapkan tersebut merupakan sampel yang telah memenuhi standar.

4.2 Hasil Pengamatan

Data hasil pengamatan ini berdasarkan pengujian yang dilakukan di laboratorium PT Anindya Wiraputra Konsult, data-data yang diperoleh seperti : analisis proksimat dan analisis ultimat, serta analisis khusus.

4.2.1 Analisis Proksimat

1. *Inherent Moisture*

Perihal pengujian *inherent moisture* ini dilakukan pada kondisi (adb) *air dried basis* maka dari itu pada pengujiannya tidak melakukan analisis *free moisture* ataupun *total moisture*, *inherent moisture* ini diuji dengan standar ASTM D 3173 *Standard test method for moisture in the analysis sample of coal and coke*.

2. *Ash*

Kadar *ash* ini diuji dengan perbandingan jumlah sisa *ash* batubara tersisa dengan berat sampel batubara (adb), *ash* ini diuji dengan standar ASTM D 3174 *Method of in the analysis sample of coal and coke from coal*.

3. *Volatile Matter*

Volatile matter merupakan kadar zat terbang pada batubara yang dilakukan pada kondisi (adb), *volatile matter* ini diuji dengan standar ASTM D 3175 *method of volatile matter in the analysis of sample of coal and coke*.

4. *Fixed Carbon*

Fixed carbon merupakan persentase karbon tertambat dari sejumlah kadar lain-lain, caranya dengan mencari selisih jumlah *inherent moisture*, *ash*, dan *volatile matter* pada kondisi (adb).

Berikut merupakan 5 sampel batubara pengujian laboratorium PT Anindya Wiraputra Konsult analisis proksimat pada tabel 4.1

Tabel 4.1
Hasil Analisis Proksimat

No	Name	Proksimat			
		<i>Inherent Moisture ASTM D 3173</i>	<i>Ash ASTM D 3174</i>	<i>Volatille Matter ASTM 3175</i>	<i>Fixed Carbon</i>
1	SAMPLE 1	18,82	2,20	40,66	38,31
2	SAMPLE 2	15,85	2,93	40,90	40,32
3	SAMPLE 3	18,85	3,21	40,16	37,77
4	SAMPLE 4	15,78	3,26	41,99	38,98
5	SAMPLE 5	17,14	2,66	41,11	39,10

Sumber : Hasil Pengamatan Tugas Akhir PT Anindya Wiraputra Konsult, 2019

4.2.2 Analisis Ultimat & Gross Calorivic Value

1. Karbon, Hidrogen, dan Nitrogen

Penentuan kadar Karbon, hidrogen, dan nitrogen merupakan nilai kadar pada sampel batubara, yang diuji dengan standar ASTM 5373 *Test method for determination of carbon, hydrogen, and nitrogen in analysis samples of coal and carbon in analysis samples of coal and coke*, pengujian ini dilakukan dalam kondisi (db).

2. Total Sulfur

Penentuan kadar total sulfur diuji dengan menggunakan ASTM D 4239 *standard test method for sulfur in the analysis sample of coal and coke using high temperature tube furnace combustion*. Pengujian dilakukan pada kondisi (adb), yang kemudian dikonversi (db)

3. Gross Calorivic Value

Merupakan nilai yang menunjukkan energi yang dihasilkan pada batubara, dilakukan pada kondisi (adb), ASTM D 5865 *Standar test method for gross calorivic value of coal and coke*.

Tabel 4.2
Hasil Analsis Ultimat & Gross Calorivic Value

No	Name	GCV	Ultimate				
		kcal/kg	C	H	N	TS (adb)	TS (db)
1	SAMPLE 1	5356	57,07	4,25	0,99	0,12	0,15

Lanjutan Tabel 4.2

2	SAMPLE 2	5473	58,84	4,10	0,88	0,13	0,16
3	SAMPLE 3	5346	57,10	4,29	0,99	0,13	0,15
4	SAMPLE 4	5457	58,26	4,33	1,01	0,13	0,15
5	SAMPLE 5	5393	57,66	4,25	0,90	0,12	0,15

Sumber : Hasil Pengamatan Tugas Akhir PT Anindya Wiraputra Konsult, 2019

4.2.3 Ash Analysis (Komposisi Ash)

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan standar AS 1038.14.2 *analysis of higher rank coal ash and coke ash*, untuk mengetahui komposisi senyawa-senyawa yang terdapat pada *ash* batubara hasil pembakaran, seperti : SiO_2 (Silika dioksida), Fe_2O_3 (Besi oksida), Magnesium oksida (MgO), Kalsium oksida (CaO), Natrium oksida (Na_2O), Kalium oksida (K_2O), MnO_2 (Mangan oksida), TiO_2 (Titanium oksida), SO_3 (Sulfit), P_2O_5 (Difosforus pentaoksida), pada kondisi (db). Hasil pengujian terhadap 5 sampel dapat dilihat tabel 4.3

Tabel 4.3
Komposisi Kimia Ash Batubara (Sampel 1 – 5)
Ash Analysis (db)

Name	SiO_2	Fe_2O_3	MgO	CaO	Al_2O_3	Na_2O	K_2O	MnO_2	TiO_2	SO_3	P_2O_5
SAMPLE 1	31,02	35,03	3,82	9,30	12,55	0,24	0,55	0,50	0,91	4,61	0,13
SAMPLE 2	31,73	29,06	4,71	10,00	15,20	0,19	0,70	0,52	1,03	5,90	0,11
SAMPLE 3	31,68	30,12	4,56	14,32	10,86	0,26	0,59	0,55	0,95	4,83	0,09
SAMPLE 4	32,21	28,97	4,21	10,58	16,10	0,19	0,64	0,54	0,95	4,15	0,11
SAMPLE 5	29,96	30,38	4,47	8,59	17,23	0,16	0,61	0,50	0,70	6,13	0,11

Sumber : Hasil Pengamatan Tugas Akhir PT Anindya Wiraputra Konsult, 2019

4.2.4 Ash Fusion Temperature

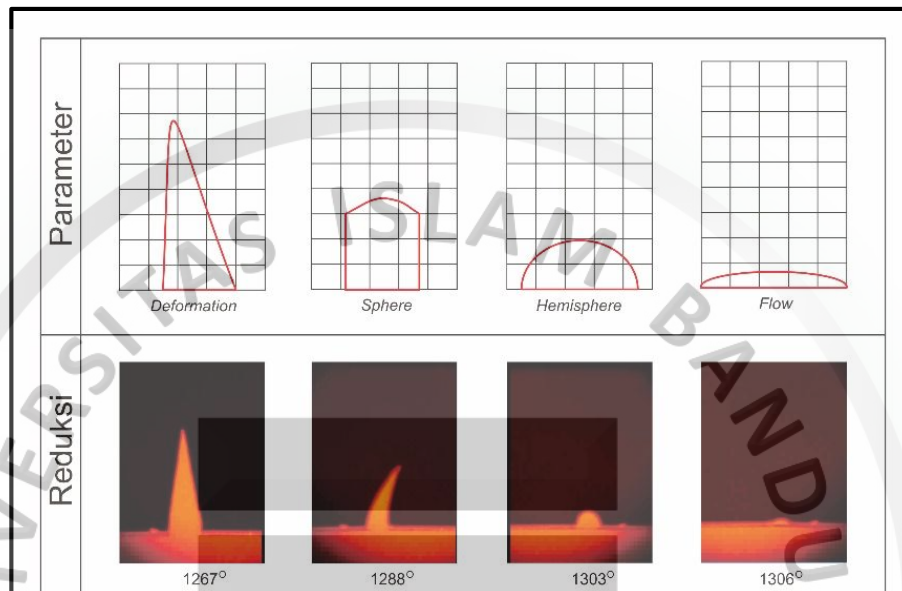
Ash fusion temperature ini pengujian untuk mengetahui sifat *ash* batubara dengan tingkatan temperatur tertentu serta kondisi reduksi, *Deformation* (DT), *sphere* (ST), *hemisphere* (HT), *flow* (FT) berikut hasil pelelehan *ash* batubara :

Tabel 4.4
Hasil Ash Fusion Temperature

AFT ASTM D 1857				
Name	Reduksi			
	DT	ST	HT	FT
SAMPEL 1	1267	1288	1303	1306
SAMPEL 2	1269	1318	1335	1337
SAMPEL 3	1286	1294	1305	1308
SAMPEL 4	1294	1336	1348	1351
SAMPEL 5	1205	1266	1278	1281

Sumber : Hasil Pengamatan Tugas Akhir PT Anindya Wiraputra Konsult, 2019

Pengujian ini berdasarkan standar ASTM D 1857 dengan beberapa fase pelelehan *Deformation* (DT), *sphere* (ST), *hemisphere* (HT), *flow* (FT), yang kemudian diamati perubahan profil *ash* dan dokumentasi.



Sumber : Hasil Pengamatan Tugas Akhir PT Anindya Wiraputra Konsult, 2019

Gambar 4.2
Profil Ash Fusion Temperature Sampel 1

4.3 Klasifikasi Ash Berdasarkan *Babcock and Wilcox*

4.3.1 Klasifikasi *Lignite Ash* dan *Bituminous Ash*

Klasifikasi ini merupakan pengelompokan *ash* sisa pembakaran batubara berdasarkan kandungan (*ash analysis*), yang terbagi dua *bituminous ash* dan *lignite ash*. Pengelompokan tersebut didasari komposisi CaO, MgO dan Fe₂O₃ dengan (Persamaan 3.11 dan 3.12)

Bituminous ash → Fe₂O₃ > CaO + MgO

Bituminous ash → 35,03% > 3,82 + 9,30%

Bituminous ash → 35,03% > 13,12%

Tabel 4.5
Kelas Ash *Babcock and Wilcox*

Name	CaO	MgO	CaO + MgO	Fe ₂ O ₃	Kelas Ash
SAMPLE 1	9,30	3,82	13,12	35,03	<i>Bituminous</i>
SAMPLE 2	10,00	4,71	14,71	29,06	<i>Bituminous</i>
SAMPLE 3	14,32	4,56	18,88	30,12	<i>Bituminous</i>

Lanjutan Tabel 4.5

SAMPLE 4	10,58	4,21	14,79	28,97	Bituminous
SAMPLE 5	8,59	4,47	13,06	30,38	Bituminous

Sumber : Hasil Pengamatan Tugas Akhir PT Anindya Wiraputra Konsult, 2019

4.3.2 Klasifikasi Ash Basa dan Asam

Klasifikasi ash ini merupakan klasifikasi ash untuk perhitungan *based acid ratio*, berdasarkan dengan pengujian *ash analysis*. Klasifikasi tersebut terbagi menjadi dua basa dan asam berdasarkan tabel 3.6. Berikut Perhitungan *Based Ratio* dan *Acid Ratio* berdasarkan *Babcock and Wilcox* (Persamaan 3.11 dan 3.12)

Contoh Sampel 1

Based Ratio

$$\text{Based Ratio} = \frac{(\text{CaO} + \text{MgO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \times 100}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}}$$

$$\text{Based Ratio} = \frac{(9,3 + 3,82 + 35,03 + 0,24 + 0,55) \times 100}{31,02 + 12,55 + 0,91 + 9,3 + 3,82 + 35,03 + 0,24 + 0,55}$$

$$\text{Based Ratio} = \frac{4984}{93,42}$$

$$\text{Based Ratio} = 52,39\%$$

Acid Ratio

$$\text{Acid Ratio} = \frac{(\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2) \times 100}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}}$$

$$\text{Acid Ratio} = \frac{(31,02 + 12,55 + 0,91) \times 100}{31,02 + 12,55 + 0,91 + 9,3 + 3,82 + 35,03 + 0,24 + 0,55}$$

$$\text{Acid Ratio} = \frac{4448}{93,42}$$

$$\text{Acid Ratio} = 47,61\%$$

Tabel 4.6
Based Ratio and Acid Ratio

Based Ratio (%)	Acid Ratio (%)
52,39	47,61
48,22	51,78
53,41	46,59
47,51	52,49
48,00	52,00

Sumber : Hasil Pengamatan Tugas Akhir PT Anindya Wiraputra Konsult, 2019

4.4 Slagging and Fouling Factor

Perhitungan ini merupakan perbandingan ash batubara basa dan asam, berikut merupakan perhitungan *factor slagging and fouling* sampel batubara berdasarkan *Babcock and Wilcox* dengan menggunakan (Persamaan 3.10, 3.15, 3.17)

Contoh Sampel 1

Based Acid Ratio (R)

$$R = \frac{\text{CaO} + \text{MgO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2}$$

$$R = \frac{9,30 + 3,82 + 35,03 + 0,24 + 0,55}{31,02 + 12,55 + 0,91}$$

$$R = 1,10 \text{ (High)}$$

Slagging factor

$$R_s = R \times S \text{ (db)}$$

$$R_s = 1,1 \times 0,151$$

$$R_s = 0,166$$

Fouling Factor $R_f = R \times \% \text{Na}_2\text{O}$

$$R_f = R \times f$$

$$R_f = 1,1 \times 0,24$$

$$R_f = 0,26$$

Tabel 4.7
Babcock and Wilcox Factor

Nama	<i>Based Acid Ratio</i>	<i>Slagging Factor</i>	<i>Fouling Factor</i>
SAMPLE 1	1,10	0,166	0,26
SAMPLE 2	0,93	0,147	0,18
SAMPLE 3	1,15	0,177	0,30
SAMPLE 4	0,91	0,136	0,17
SAMPLE 5	0,92	0,135	0,15

Sumber : Hasil Pengamatan Tugas Akhir PT Anindya Wiraputra Konsult, 2019