

**UPGRADING BATUBARA KUALITAS RENDAH DENGAN
PROSES PENDINGINAN TANPA
OKSIGEN**



JONI PRADINATA

**PROGRAM STUDI STRATA-1 TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
Desember 2017**

PERSETUJUAN PEMBIMBING
UPGRADING BATUBARA KUALITAS RENDAH
DENGAN PROSES PENGERINGAN
TANPA OKSIGEN

JONI PRADINATA

Artikel ini disusun berdasarkan skripsi Joni Pradinata untuk persyaratan
Wisuda periode Maret 2018 dan telah direvisi dan disetujui oleh
kedua pembimbing.

Padang, November 2017

Pembimbing I



Dr. Rijal Abdullah, M.T.
NIP. 19610328 198609 1 001

Pembimbing II



Ansoery, ST, M.T.
NIP. 19730502 200012 1 001

UPGRADING COAL LOW QUALITY WITH DRYING PROCESS WITHOUT OXYGEN

Joni Pradinata¹, Rijal Abdullah², Ansosry³
Teknik Pertambangan
FT Universitas Negeri Padang
Email: jonipradinata@gmail.com

Abstract

The amount of coal with the calorific value ranges from 5000 kcal/ kg to 5500 kcal/kg that accumulate in stockpile PT. Nusa Alam Lestari. The author conducted a preliminary survey to determine the amount of low quality coal in PT. Nusa Alam Lestari. In February 2017 the number of coal with a calorie value below 5100 kcal /kg - 5500 kcal / kg on the stockpile of seam stack at 10422 tons of stockpile.

Here are several kinds of coal upgrading process, one of them is drying process. Coal Drying aims to remove or decrease the water content contained in coal, so that with reduced moisture content is able to increase the calorific value of coal.

In the process of upgrading with the drying process (Coal Drying) obtained coal calorific value by using Furnance Carbolite to influence temperature and reaction time that is at 400⁰C for 1 hour produce coal with calories 5,697,94 kkal / kg. At 400⁰C for 2 hours produces coal with a calorific value of 5,987.8 kcal kg. At 400⁰C for 3 hours produces coal with a calorific value of 6,182.70 kcal/kg. At 500⁰C for 1 hour produce coal with a calorific value of 6,192.44 kcal/kg. At a temperature of 500⁰C for 2 hours yields a coal calorific value of 6,233.86 kcal / kg. At a temperature of 500⁰ for 3 hours yields a calorific value of 6,219.24 kcal / kg. At 600⁰C for 1 hour yields a calorific value of 6,423.15 kcal/ kg. At 600⁰C for 2 hours 6,470.15 kcal/kg. At 600⁰C for 3 hours yields a caloric value of 6,375.14 kcal/kg.

In this research, the optimum caloric value obtained at drying process is 600⁰C for 2 hours with decreasing water content 3,95%. In the drying process to the effect of temperature and calorie reaction time rose from 5,457.99 kcal/kg to 6,470.15 kcal/kg.

Keywords: *Upgrading Coal Drying, Calorific Value, Temperature, Reaction Time*

A. Pendahuluan

PT. Nusa Alam Lestari merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang

pertambangan batubara dimana PT..

Nusa Alam Lestari sebagai

kontraktor dari KUD Sinamar

Sakato. Lokasi

penambangannya berada di Jorong Sinamar, Nagari Sinamar, Kecamatan Asam Jujuhan Kabupaten Dharmasraya Provinsi Sumatera Barat.

Keadaan endapan batubara PT. Nusa Alam Lestari berdasarkan sifat fisik, jenis *roof/floor* dan *parting*, ketebalan serta hubungannya dengan batuan lain, maka batubara di daerah ini dapat di koreksi menjadi tiga *seam* batubara. *Seam-seam* tersebut dari muda ke tua adalah sebagai berikut:

1. *Flemming Seam*

Flemming Seam memiliki ketebalan hingga 1,2 meter. Lapisan ini memiliki nilai kalori 5100 kkal/kg dengan kadar sulfur $\pm 2,2\%$

2. *Sinamar Seam*

Sinamar seam memiliki ketebalan hingga 2,1 meter

dengan nilai kalori antara 5500 kkal/kg sampai dengan 5600 kkal/kg dengan kadar sulfur $\pm 1,3\%$

3. *Jujuhan Seam*

Jujuhan Seam memiliki ketebalan ± 10 meter, nilai kalori dari *seam* ini adalah berkisar antara 5500 kkal/kg sampai 5800 kkal/kg dengan kadar sulfur $\pm 0,6\%$.

Banyaknya batubara dengan nilai kalori berkisar antara 5000 kkal/kg sampai 5500 kkal/kg yang menumpuk di stockpile PT. Nusa Alam Lestari. Oleh sebab itu, penulis melakukan survey awal untuk mengetahui jumlah batubara kualitas rendah yang berada di PT. Nusa Alam Lestari. Pada bulan Februari 2017 jumlah batubara dengan nilai kalori dibawah 5100 kkal/kg – 5500 kkal/kg pada

tumpukan *flemming seam* di stockpile sebanyak 10.422 ton.

Ada beberapa macam proses *upgrading* batubara, salah satunya adalah proses pengeringan. Pengeringan batubara (*Coal Drying*) bertujuan untuk menghilangkan atau menurunkan kadar air yang terkandung pada batubara, sehingga dengan berkurangnya *moisture content* ini mampu meningkatkan nilai kalori dari batubara.

Berdasarkan uraian di atas tentang batubara tendah pada penambangan batubara PT. Nusa Alam Lesari pada wilayah izin usaha penambangan KUD Sinamar sakato, Dhamasraya, Provinsi Sumatra Barat berpotensi untuk dilakukan peningkatan kualitas mutu batubara serta untuk memenuhi peraturan UUD No. Tahun 2009 pasal 95 tentang pertambangan

Mineral dan Batubara, dijelaskan bahwa kewajiban bagi setiap perusahaan tambang adalah meningkatkan nilai tambah sumberdaya mineral dan atau batubara, maka dari itu penulis memilih topik penelitian judul “*Upgrading* Batubara Kualitas Rendah dengan Proses pengeringan tanpa Oksigen”

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah Mengungkapkan hasil analisis Kadar Air, Kadar Abu, Kadar Zat Terbang, Karbon Tertambat, *Sulfur* dan Nilai Kalori batubara *subbituminous* pada setiap kenaikan suhu dan waktu reaksi dalam proses pengeringan.

Mengungkapkan kondisi suhu ideal dan waktu reaksi untuk mendapatkan Nilai Kalori maksimum pada sampel batubara

PT. Nusa Alam Lestari dengan proses pengeringan.

B. Metode Penelitian

Tahapan pekerjaan penelitian sebagai berikut ini:

a. Studi Literatur

Dilaksanakan dengan mencari bahan-bahan pustaka yang menunjang penelitian yang diperoleh dari buku-buku mengenai *Upgrading* batubara, laporan-laporan penelitian terdahulu, informasi dari media lain seperti internet dan sebagainya. Alat yang digunakan dalam proses pengeringan (*Coal Draying Furnance Carbolite*) dapat dilihat pada gambar 1. Di bawah ini:



Gambar 1. *Furnance Carbolite*

b. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan setelah mempelajari literatur dan orientasi lapangan.

Data yang diambil berupa data primer dan data sekunder.

Untuk data primer diambil langsung di lapangan yaitu: (analisis *proximate*, nilai *sulfur*, nilai kalori batubara, temperatur pemanasan, waktu pemansan, jumlah *sampel* batubara, sedangkan untuk data sekunder didapat dari literatur perusahaan atau laporan perusahaan maupun wawancara dengan karyawan perusahaan

Adapun data yang diambil yaitu : (jumlah kelas-kelas batubara di perusahaan, kualitas batubara awal.

c. Pengolahan Data

Setelah data didapatkan maka selanjutnya adalah pengelompokan dan pengolahan data, adapun yang dilakukan pada tahapan ini adalah menggabungkan data primer dan data sekunder guna untuk dilakukan perhitungan penurunan maupun kenaikan nilai air lembab, kadar abu, zat terbang, karbon tertambat, nilai sulfur dan kenaikan nilai kalori batubara *subbituminous* setelah dilakukan *upgrading* batubara dengan proses pengeringan (*Coal Draying*).

d. Analisis Data

Setelah dilakukan uji laboratorium semua data yang sudah diolah awal dianalisis kembali berdasarkan hasil uji laboratorium yang telah

dilakukan. Parameter yang digunakan dalam analisis data meliputi penurunan analisis *Proximate*, nilai *sulfur*, nilai kenaikan kalori batubara, temperatur pemanasan, waktu pemanasan dan jumlah sampel batubara.

e. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan diperoleh dari hasil pengamatan lapangan, perhitungan, dan analisis data. Kemudian dihasilkan suatu rekomendasi yang bermanfaat bagi perusahaan. Serta saran-saran agar apa yang direkomendasikan bisa dilaksanakan oleh perusahaan.

C. Hasil

Sebelum dilakukan proses pengeringan batubara dengan menggunakan *Furnance Carbolite*, terlebih dahulu harus diketahui

parameter awal dari sampel. Untuk itu dilakukan analisis *Proximate* (menentukan kadar air, kadar abu, zat terbang, karbon tertambat), uji Sulfur dan uji nilai kalori (*Caloric Value*). Adapun hasil pengujianya dapat dilihat pada tabel 1. berikut ini:

terbang, karbon tertambat, nilai kalori, dan nilai *sulfur*.

Hasil analisis batubara hasil pengeringan (*Coal drying*) pada beberapa variasi dan waktu reaksi dapat dilihat pada tabel 2. berikut ini:

Tabel 1. Data Hasil Analisis Sampel Batubara Awal

No	Parameter	Nilai	Satuan
1	Total Moisture	31,04	%
2	Inherent Moisture	19,33	%
3	Ash Content	6,73	%
4	Volatil Matter	33,78	%
5	Fixed Carbon	40,16	%
6	Sulfur	1,00	%
7	Caloric Value	5.448,99	Kcal /kg

Perubahan karakteristik pada pengaruh batubara akibat proses pengeringan (*Coal Drying*) dapat diamati melalui data hasil pada analisis kadar air sisa, kadar abu, zat

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Analisis Data Pada Proses Sebelum dan Proses Pengeringan

Parameter	Suhu (°C)								
	400°C			500°C			600°C		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Kadar air (%adb)	6,85	6,28	4,66	5,55	4,90	5,16	5,16	3,95	4,85
Abu (%adb)	11,08	11,74	10,94	10,60	10,84	12,06	14,56	13,28	14,05
Zat Terbang (%adb)	33,59	33,82	31,92	30,63	22,06	21,99	15,06	18,02	14,59
Karbon Tertambat (%adb)	48,58	48,16	52,48	53,22	62,20	60,79	65,22	64,75	66,51
Sulfur (%adb)	0,91	0,91	0,90	0,89	0,89	0,88	0,89	0,74	0,73
Nilai kalori (kal/gram)	5.697	5.987	6.182	6.192	6.233	6.219	6.432	6.470	6.375

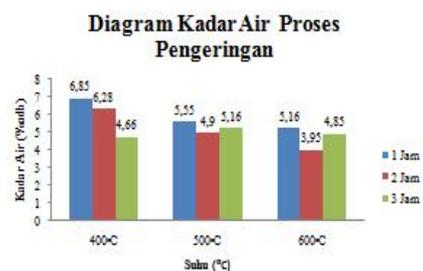
D. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap kenaikan suhu dan waktu reaksi pada proses pengeringan (*Coal Drying*) akan terjadi perubahan karakteristik pada batubara. Perubahan beberapa sifat kimia batubara yang menjadi karakteristik pada batubara cenderung semakin meningkat atau berkurang seiring dengan

meningkatnya suhu dan waktu reaksi yang digunakan.

1. Kadar air sisa

Adanya peningkatan suhu dan waktu reaksi menyebabkan kandungan kadar air sisa pada batubara. Seperti pada grafik 1. di bawah ini:

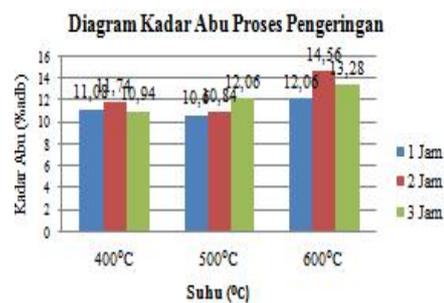


Hasil analisis kadar air menunjukkan bahwa pada setiap setelah dilakukanya proses pengeringan didapatkan suhu 400°C selama 1 jam pengeringan sebesar 6,85%, dilanjutkan dengan suhu 400°C selama 2 jam sebesar 6,28% kemudian dilakukan lagi dengan suhu 400°C yang sama dengan waktu proses 3 jam sebesar 4,66%. Pada percobaan selanjutnya suhu dinaikkan menjadi 500°C selama 1 jam didapatkan 5,55% dilanjutkan dengan suhu 500°C selama 2 jam sebesar 4,9% kemudian dilakukan lagi dengan suhu 500°C dengan waktu proses 3 jam sebesar 5,16%. Pada percobaan selanjutnya suhu dinaikkan menjadi 600°C selama 1 jam didapatkan 5,16% dilanjutkan dengan suhu 600°C selama 2 jam sebesar 3,95% kemudian dilakukan

lagi dengan suhu 600°C selama 3 jam sebesar 4,85%. Dari proses pengeringan dilakukan dengan suhu dan waktu proses yang berbeda didapatkan kandungan kadar air semakin menurun pada suhu 600°C.

2. Kadar Abu

Hasil Pengaruh Suhu dan Waktu Proses Terhadap Kadar Abu Setelah Proses Pengeringan dapat dilihat pada Gambar diagram 2. di bawah ini:

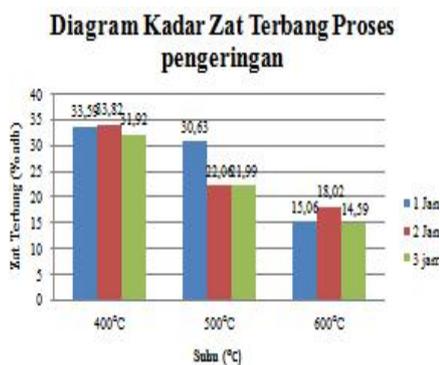


Hasil Penelitian ini kadar abu tertinggi dicapai pada suhu 600°C selama 2 jam, dimana kadar abu meningkat dari 6,73% menjadi 14,56% adb. Dengan demikian

dengan adanya peningkatan suhu 400°C sampai 600°C pada proses pengeringan sangat berpengaruh terhadap peningkatan maupun, menyebabkan peningkatan kandungan kadar abu meningkat sebesar 7,83%.

3. Zat Terbang

Hasil Pengaruh Suhu dan Waktu Proses Terhadap Kadar Zat Terbang Setelah Proses Pengeringan dapat dilihat pada Gambar diagram 3. di bawah ini:

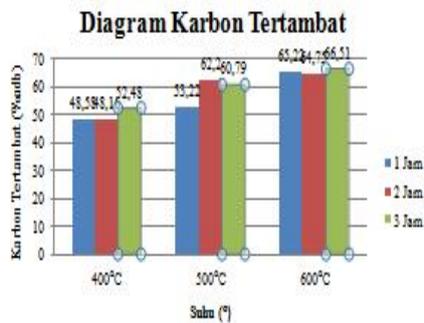


Dari grafik diatas menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu dan waktu reaksi yang digunakan maka semakin rendah

pula kandungan zat terbang pada batubara. Batubara awal memiliki kandungan zat terbang sebesar 33,78% setelah dilakukan proses pengeringan dengan suhu 600°C selama proses 3 jam didapatkan zat terbang sebesar 14,59%. Pada proses ini didapatkan penurunan zat terbang signifikan sebesar 19,19%. Berkurangnya zat terbang di dalam batubara disebabkan oleh terurainya senyawa-senyawa penyusun batubara yang disebabkan oleh peningkatan suhu dan waktu reaksi.

4. Karbon Tertambat

Hasil Pengaruh Suhu dan waktu Reaksi Terhadap Kandungan Karbon Tertambat Batubara Hasil Proses Pengeringan dapat dilihat pada Gambar diagram 4. di bawah ini:



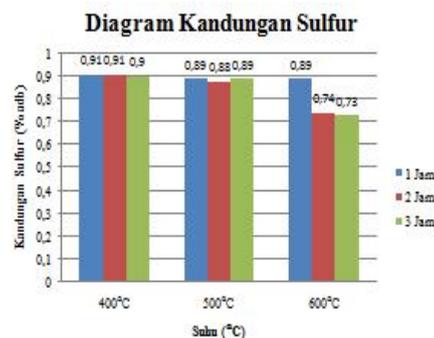
Dari hasil analisis didapatkan akibat adanya peningkatan suhu pada proses pengeringan juga berpengaruh terhadap peningkatan kandungan karbon tertambat pada batubara. Pada penelitian ini, kandungan karbon tertambat tertinggi dicapai pada suhu tertinggi 600°C selama 3 jam, dimana kandungan karbon tertambat meningkat dari 40,16% menjadi 66,51%.

Peningkatan kandungan karbon tertambat akan berbanding terbalik dengan kandungan air lembab di dalam batubara. Semakin berkurang

kandungan air lembab maka kandungan karbon tertambat akan semakin tinggi. Dengan adanya kenaikan suhu menyebabkan air lembab di dalam batubara menurun.

5. Kadar Sulfur

Hasil Pengaruh Suhu dan Waktu Reaksi Terhadap Kandungan Sulfur Batubara Hasil Proses Pengeringan dapat dilihat pada Gambar diagram 6. di bawah ini:

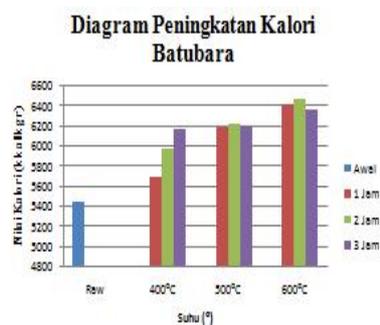


Dari hasil penelitian dilakukan didapatkan kandungan Sulfur terendah dicapai pada suhu 600°C selama 3 jam sebesar 0,73%.

Dengan demikian dengan adanya peningkatan suhu sampai 600°C pada proses pengeringan, menyebabkan penurunan kandungan Sulfur 0,28% dari sebelum proses sebesar 1,00%.

6. Nilai Kalori

Hasil Pengaruh Suhu dan Waktu Reaksi Terhadap Nilai Kalori Batubara dapat dilihat pada Gambar diagram 6. di bawah ini



Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin meningkatnya suhu, maka nilai kalori di dalam batubara cenderung meningkat. Pada

suhu 400°C selama 1 jam proses pengeringan didapatkan nilai kalori sebesar 5.697,94 kkal/kg dari kalori awal 5.477,99 kkal/kg dilanjutkan proses pengeringan dengan suhu 400°C selama 2 jam didapatkan nilai kalori sebesar 5987,82 kkal/kg kemudian percobaan dilanjutkan dengan suhu 400°C selama 3 jam didapatkan sebesar 6.182,70 kkal/kg.

Pada proses selanjutnya suhu dinaikan dan waktu reaksi menjadi 500°C selama 1 jam didapatkan nilai kalori 6.192,49 kkal/kg dilanjutkan dengan suhu 500°C selama 2 jam didapatkan nilai kalori sebesar 6.232,86 kkal/kg kemudian percobaan dilanjutkan dengan suhu 500°C selama 3 jam

didapatkan nilai 6.219,24 kkal/kg.

Pada suhu selanjutnya dinaikkan menjadi 600°C selama 1 jam didapatkan suhu 6.423,16 kkal/kg dilanjutkan dengan suhu 600°C selama 2 jam 6.470,15 kkal/kg kemudian dilanjutkan dengan suhu 600°C selama 3 jam didapatkan 6.375,14 kkal/kg.

Peningkatan nilai kalori yang paling optimal pada penelitian ini dicapai pada suhu 600°C selama 2 jam. Pada peningkatan sampai suhu 600°C selama 2 jam, nilai kalori batubara meningkat dari semula 5.477,99 kkal/kg meningkat menjadi 6.470 kkal/kg.

E. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dalam pembahasan

sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil proses pengeringan didapatkan hasil analisis proksimate, Sulfur dan Nilai kalori sebagai berikut:

a. Kadar air dengan suhu 400°C selama 1 Jam = 6,85%, kadar abu =11,08%, Zat Terbang =33,59%, Karbon Tertambat= 48,58%, Sulfur= 0,99%, Nilai kalori= 5.697 kkal/kg.

b. Kadar air dengan suhu 400°C selama 2 Jam =6,28%, kadar abu =11,74%, Zat Terbang=33,82%, Karbon Tertambat=48,16%, Sulfur= 0,91%, Nilai Kalori= 5.987 kkal/kg.

c. Kadar air dengan suhu 400°C selama 3 Jam =4,66%, kadar abu =10,94%, Zat Terbang=

- 31,92 %, Karbon Tertambat=52,48%, Sulfur=0,90%, Nilai Kalori= 6.182 kcal/kg.
- d. Kadar air dengan suhu 500°C selama 1 Jam =5,55%, kadar abu=10,60%, Zat Terbang=30,63%, Karbon Tertambat=48,16%, Sulfur= 0,91%, Nilai Kalori= 6.192 kcal/kg.
- e. Kadar air dengan suhu 500°C selama 2 Jam = 4,90%, kadar abu = 10,84%, zat terbang = 22,06%, karbon terambat = 62,20%, sulfur =0,89%, nilai kalori = 6.233 kcal/kg.
- f. Kadar air dengan suhu 500°C selama 3 jam = 5,16%, kadar abu = 12,06%, zat terbang = 21,99%, karbon tertambat = 60,79%, sulfur = 0,88%, nilai kalori = 6,219 kcal/kg.
- g. Kadar air dengan suhu 600°C selama 1Jam = 5,16%, kadar abu = 14,56%, Zat Terbang= 18,02%, Karbon Tertambat= 65,22%, Sulfur=0,89%, Nilai Kalori= 6.432kcal/kg.
- h. Kadar air dengan suhu 600°C selama 2Jam=3,95%, kadar abu =13,28%, Zat Terbang = 18,02%, Karbon Tertambat =64,75%, Sulfur =0,74%, Nilai Kalori = 6.470kcal/kg.
- i. Kadar air dengan suhu 600°C selama 3Jam =4,85%, kadar abu =14,05%, Zat Terbang=14,59%, Karbon Tertambat=66,51%, Sulfur=0,73%, Nilai Kalori= 6.375 kcal/kg.
2. Untuk menaikkan nilai kalori batubara maximum menggunakan *Furnance*

Carbolite diperoleh suhu ideal 600°C selama 2Jam dengan nilai kalori tinggi 6.470,15 kcal/kg.

F. Saran

1. Sebaiknya proses pengeringan (*Coal Drying*) dengan menaikkan suhu dan waktu reaksi dilakukan percobaan terlebih dahulu agar mendapatkan hasil yang lebih akurat.
2. Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut dengan perbandingan suhu dan waktu reaksi yang berbeda untuk menghasilkan kenaikan nilai kalori batubara dan menurunkan kadar air serendah-rendahnya.
3. Sebaiknya dilakukan analisis parameter yang lain untuk mengetahui apa saja yang sangat berpengaruh terhadap kualitas pada batubara selain dari

proximate, kadar *sulfur* dan nilai kalori batubara.

4. Manajemen PT. Nusa Alam Lestari Site KUD Sinamar perlu melakukan peningkatan kualitas batubara, salah satunya dengan melakukan proses pengeringan (*Caol Drying*).

G. Daftar Pustaka

- Afroza Pratiwi .(2012).” Teknologi *Hidrotermal* terhadap proses *Upgrading* batubara Peringkat Rendah (LIGNIT) dengan Proses *Demineralisasi* dan *Desulfurasi*”,UNSRI Palembang,Sumatra Selatan.
- Afroza Pratiwi .(2012).” *Artifical coalification* Batubara *Low Rank* Indonesia Menggunakan Teknologi *Hidrotermal*”.UNSRI Palembang,Sumatra Selatan.
- ASTM Internasional. (2008). *ASTM D3173 – 03 Standard Test Method for Proximate analysis of Coal and Coke*. In ASTM.
- ASTM International. (2002). *ASTM D 3173 – 04 Standard Test Method for Ash In The Analysis Sample of Coal and Coke*. In ASTM.

- ASTM International. (2002). *ASTM D 3175 – 03 Standard Test Method for Volatile Matter in the Analysis Sample of Coal and Coke*. In ASTM.
- ASTM International. (1999). *ASTM D 720. Standard Methods For Calorie Value In The Analysis Sample Of Coal And Cake*. In ASTM.
- Ayu Desliza putri (2009). “Pengertian Kualitas Batubara.” <http://ilmubatubara.wordpress.com>, (diakses tanggal 22 maret 2017).
- Ekky Putra (2009). “Pengertian Kualitas Batubara.” <http://ilmubatubara.wordpress.com>, (diakses tanggal 22 maret 2017).
- G. ,Farn, S. A. (1986). “Hydrothermal Preparation of Low-Rank Coal-Water Fuel Slurries”. *Energy*, 11 :1267-1280.
- Lignite energy council (1989) “Pengertian Batubara” <http://ilmubatubara.wordpress.com>, (diakses tanggal 22 maret 2017).
- Lutfi Al Baary. (2013). “Pengeringan Low Rank Coal dengan Menggunakan Metode Pemanasan Tanpa Khadiran Oksigen”, Insitut Teknologi Sepuluh November, Surabaya
- Sukandarumidi. (1995). “Batubara dan Pemanfaatannya”, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Spackaman (1958), “Pengertian Batubara” <http://ilmubatubara.wordpress.com>, (diakses tanggal 22 maret 2017).
- Stach op cit Susilawati, (1992) “Pengertian Batubara” <http://ilmubatubara.wordpress.com>, (diakses tanggal 22 maret 2017).
- The Internasional Hand Coal Petrography* (1963, “Pengertian Batubara” <http://ilmubatubara.wordpress.com>, (diakses tanggal 22 maret 2017).
- Ernirosita. 2016. *Peningkatan Nilai Kalori Brown Coal dengan Metode Upgrade Brown Coal Menggunakan Katalis Minyak Pelumnas Bekas pada Batubara PT. Artamulia Tatapratama Dusun Tanjung Belit, Kecamatan Jujuhan, Kabupaten Bungo, Provinsi Jambi*. Skripsi. Universitas Negeri Padang.
- Low rank coal dengan Menggunakan Metode Pemanasan Tanpa Khadiran Oksigen*”, Insitut Teknologi Sepuluh November, Surabaya

