

## **Kajian *Upgrading* Batubara Sorong, Satui, dan Marunda dengan Metode *Hot Water Drying* terhadap Nilai Kalor dan Harga Batubara di Puslitbang *tekMIRA***

Study of Coal Upgrading Sorong, Satui, and Marunda with Hot Water Drying Method on Coal Calorific Value and Coal Price at Puslitbang *tekMIRA*

<sup>1</sup>Rifqi Ramdhani, <sup>2</sup>Solihin, <sup>3</sup>Sri Widayati

<sup>1,2,3</sup>*Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Jl. Tamansari No.1 Bandung 40116*

*email: <sup>1</sup>rifqigendon92@gmail.com, <sup>2</sup>solihintambangunisba@gmail.com, <sup>3</sup>widayati\_teknik@yahoo.com*

**Abstract.** Decreasing coal prices at these last 4 years periode is given the worse impact to Mining Industries in Indonesia particularly Coal Mining Industries. Because of decreasing coal prices in almost every month, it needs to be analyzed what coal affect to the coal prices. Coal samples taken from Sorong, Satui, and Marunda, then dianalistic sample at *tekMIRA* laboratory Bandung to determines % Inherent Moisture highest percentage for upgrading research sample *tekMIRA* laboratory, Bandung with Hot Water Drying Method, using heating Temperature of 300°C and 330°C with 100 minutes Heating time. While heating 300°C calory value of each coals are increased, Sorong coal from 4398 k/kal into 5535 k/kal, Satui coal from 5419 k/kal into 6734 k/kal, and Marunda coal from 4444 k/kal into 5346 k/kal, then they were heated with temprature of 330°C, the coals calory value also increased, Sorong coal into 5633 k/kal, Satui coal into 6990 k/kal, and Marunda coal into 5589 k/kal. Upgrading with HWD method researchis result show the reduction of % Inherent Moisture level And excalation calory value significantly. According to laboratory analist with coal formula before heating (raw), Sorong coal IDR 482,23/kg, Satui coal IDR 550.38/kg, and Marunda coal IDR 447,37/kg, then ,each coals are heating with temprature of 300°C, the price of coal increased, Sorong coal IDR 627,80/kg, Satui coal IDR 598.52/kg, and Marunda coal IDR 598,52/kg then ,each coals are heating with temprature of 330°C Sorong coal IDR 632.41/kg, Satui coal IDR 819,70/kg, and Marunda coal IDR 778,41/kg.

**Keywords:** Hot Water Drying, Inherent Moisture, Upgrading, Calory Value

**Abstrak.** Turunnya harga batubara 4 tahun belakangan ini memberikan dampak yang buruk terhadap industri pertambangan di Indonesia khususnya pertambangan batubara. Dengan turunnya harga batubara dihampir setiap bulan, maka perlu dilakukan analisis apakah kualitas batubara mempengaruhi harga batubara. Sampel batubara diambil dari lokasi Sorong, Satui, dan Marunda, kemudian sampel dianalisis di laboratorium *tekMIRA* Kota Bandung untuk menentukan % kadar Air lembab tertinggi kemudian dijadikan sampel untuk penelitian *upgrading* di laboratorium *tekMIRA*, Bandung dengan metode *Hot Water Drying*, dengan suhu pemanasan 300°C dan 330°C dengan waktu pemanasan 100 menit. Pada saat dipanaskan (pemanasan 300°C) berat masing – masing batubara mengalami kenaikan nilai kalor dari batubara tersebut yaitu batubara Sorong dari 4398 k/kal menjadi 5535 k/kal, batubara Satui dari 5419 k/kal menjadi 6734 k/kal, dan batubara Marunda dari 4444 k/kal menjadi 5346 k/kal, kemudian dipanaskan dengan suhu (pemanasan 330°C) mengalami kenaikan nilai kalor juga yaitu batubara sorong menjadi 5633 k/kal, batubara Satui menjadi 6990 k/kal, dan batubara Marunda menjadi 5589 k/kal. Hasil penelitian *upgrading* dengan metode HWD menunjukan penurunan % Kadar Air Lembab dan peningkatan nilai kalori secara signifikan. Berdasarkan analisis laboratorium dengan rumus harga batubara sebelum pemanasan (*raw*), batubara Sorong seharga Rp 482.23/kg, batubara Satui seharga Rp 550.38/kg, dan batubara Marunda seharga Rp 447.37/kg. Kemudian masing – masing batubara dipanaskan dengan suhu (pemanasan 300°C) harga batubara naik , batubara Sorong seharga Rp 627.80/kg, batubara Satui seharga Rp 819.70/kg, dan batubara Marunda seharga Rp 598.52/kg, juga dipanaskan dengan suhu (pemanasan 330°C) harga batubara naik yaitu batubara Sorong seharga Rp 632.41/kg, batubara Satui seharga Rp 823,26/kg, dan batubara Marunda seharga Rp 778.41/kg.

**Kata kunci:** Hot Water Drying, Kadar Air Lembab, Upgrading, Nilai Kalori

### **A. Pendahuluan**

Indonesia merupakan negara dengan sumberdaya alam yang melimpah,. salah satunya adalah batubara. Cadangan batubara yang dimiliki Indonesia sekitar 88 milyar

ton, dimana 60-70 persen-nya adalah batubara peringkat rendah (DGESDM, 2015). Dan belum banyak dimanfaatkan untuk sumber energi (bahan bakar), batubara tersebut memiliki nilai jual yang rendah, karena kandungan airnya yang tinggi, sehingga kalor yang dihasilkan rendah. Dengan meningkatnya kebutuhan pasar batubara, maka banyak perusahaan yang melakukan eksplorasi untuk memperoleh data sumberdaya dan cadangan (Muchjidin, 2006).

Produksi batubara Indonesia pada tahun 2014 mencapai 88 juta ton yang terbagi atas 60 ton pemanfaatan dalam negeri dan 28 juta ton untuk ekspor (ESDM, 2015). Melihat jumlah produksi yang besar diperlukan kegiatan penambangan yang tepat.

Batubara yang berasal dari tambang tentunya memiliki kualitas yang berbeda ada yang tidak perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu dan ada yang harus dilakukan pengolahan seperti *upgrading*. Hal ini karena sesuai dengan permintaan pasar yang mengharuskan batubara mempunyai nilai kalor yang tinggi, yang tentunya juga meningkatkan harga jual batubara tersebut. *Upgrading* batubara dilakukan untuk meningkatkan nilai kalor dan harga jual, maka dari itu perlu dilakukan penelitian bagaimana cara untuk meningkatkan nilai kalor yang terdapat pada batubara menggunakan metode HWD (*Hot Water Drying*) pada alat *autoclave*. Untuk menguji hasil HWD kemudian dilakukan analisis *proksimat* yang bertujuan untuk menganalisis kandungan zat yang terdapat pada batubara yang akan yang akan berpengaruh terhadap harga jual.

## B. Landasan Teori

*University of North Dakota* di *Grand Forks, North Dakota, USA* telah mengembangkan proses peningkatan mutu batubara muda yang disebut dengan "*hot-water-drying process*" yang pada prinsipnya merupakan proses *pressure-cooking* batubara dengan medium air. Batubara dipisahkan dengan airnya pada kondisi yang mirip dengan proses pada saat batubara sedang mengalami natural *metamorphism*, akan tetapi *metamorphism* nya dicapai pada kondisi tekanan yang tinggi. Pada kondisi tekanan dan temperatur tinggi yang sesuai, *lignite* tidak hanya akan kehilangan airnya yang terikat secara kimia, tetapi juga berada dalam keadaan dimana tidak akan mengabsorpsi kembali airnya apabila batubara tersebut ditahan dalam air pada tekanan tinggi. Hal ini akan berdampak pada perubahan dalam batubara muda, dimana tar yang terbentuk akan menutupi pori-pori nya. Metode ini pada intinya mengeluarkan kadar air bawaan dalam batubara untuk meningkatkan nilai kalor, metoda ini menggunakan alat percobaan utama yaitu *autoclave*. Dalam proses HWD dilakukan dengan memanaskan batubara (< 3 mm) yang telah dicampur dengan air membentuk *slurry* (persen solid 30%). *Slurry* dimasukkan ke dalam *autoclave* (kapasitas 5 liter), lalu dipanaskan pada temperatur 300°C sampai 450°C dan tekanan lebih dari 100 atm, biarkan pada temperatur tersebut selama 1 jam. Dinginkan, keluarkan dari *autoclave*, keringkan sampai beratnya tetap, kemudian giling untuk karakterisasi. (Fujita, 1999: Umar, et al, 2004).

Contoh proses *non-evaporative drying* adalah *Hot Water Drying* (HWD), yakni proses pengeringan dilakukan dengan "memasak" batu bara dengan tekanan (*pressure coking*) dan media air. Dengan proses ini air terpisah dari batubara mirip dengan kondisi pada saat pembatubaraan (*coalification*) tetapi tekanannya jauh lebih rendah. Oleh karena itu selain pengurangan air juga terjadi perubahan struktur kimia batu bara yang menyebabkan batu bara tidak menyerap kembali air. Selain melalui pengeringan, proses *upgrading* juga dilakukan proses *upgrading* kedua adalah pirolisis (*low-temperature pyrolysis* atau *mild pyrolysis*) pada suhu sampai  $\pm 500^{\circ}\text{C}$ .

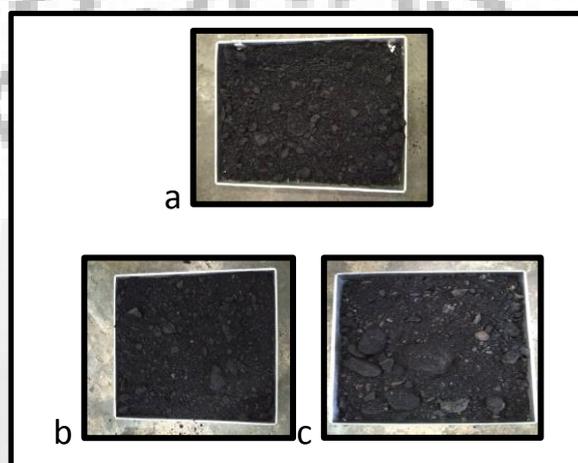
Pada proses ini selain evaporasi juga terjadi sedikit perubahan struktur kimia

batu bara yang menyebabkan keluarnya zat terbang. Produk yang dihasilkan disebut *process derived fuel* (PDF) mempunyai karakteristik hampir mirip dengan char. Teknologi yang saat ini sedang dikembangkan (di Amerika Serikat) adalah ENCOAL's LFC, ACCP (*Advanced Coal Conversion Process*), RES (*Rinker-England-Skov*) dan *K-Fuel*. Bahkan kedua teknologi pertama siap untuk skala komersial. Selain itu, Cina juga sedang mengembangkan teknologi *Limax* skala komersial. Sementara di Indonesia juga sedang dikembangkan teknologi *Geocoal*. (Miller, 2011)

### C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Sampel batubara yang akan ditingkatkan nilai kalor dan akan diuji analisis proksimat ada 6 sampel yang berasal dari 3 daerah yaitu sebagai Berikut:

1. Batubara Sorong Papua Barat
2. Batubara Satui PT Arutmin
3. PT Marunda Grahamineral



**Gambar 1.** Sampel Batubara Sorong, Satui, Marunda

#### **Prosedur Upgrading dengan Metode *Hot Water Drying* (HWD)**

*Upgrading* dengan menggunakan metode HWD sampel batubara ditimbang beratnya akan dilakukan pemanasan dengan menggunakan *autoclave* dengan suhu masing – masing 300°C dan 330°C serta dengan waktu yang sama yaitu 100 menit.

Setelah mempersiapkan alat dan bahan, maka dilanjutkan langsung dengan percobaan pemansan dengan menggunakan *autoclave*.

Berikut adalah langkah langkahnya:

1. Memastikan *autoclave* dalam keadaan tidak terhubung dengan arus listrik
2. Memastikan *autoclave* dalam keadaan kering dan basah
3. Memastikan *vessel autoclave* berada dibawah, namun jika tidak berada dalam keadaan kurang ke bawah, maka dihubungkan dengan selang kompressor, dan dipastikan kompressor terhubung dengan arus listrik.
4. Kencangkan sekrup dibawah dalam keadaan kencang
5. Masukkan sampel batubara sebanyak 600 gr, kemudian masukan air sebanyak 1400 ml.
6. Sambungkan selang kompresor untuk mengisi daya *hydraulic* yang bertujuan untuk menaikkan *vessel autoclave* hingga tertutup rapat.
7. Lepaskan selang kompressor kemudian matikan
8. Masukkan baut skrup kemdian kencangkan secara bersilangan dengan

- menggunakan kunci torsi.
9. Kemudian isi dengan gas nitrogen dengan cara menyambungkan selang besi dalam keadaan kran pengisi gasnya terbuka, kemudian jika sudah terisi tutup krannya dan lepaskan selangnya.
  10. Setelah gas nitrogen diisi nyalakan terlebih dahulu komputer yang sudah terhubung dengan *autoclave* kemudian hidupkan *software autoclave* untuk melihat kapasitas gasnya yaitu sebanyak 10 bar.
  11. Kemudian klik start pada *software*, kemudian di ujung kanan pada TIC-201 SP atur suhu yang sudah ditentukan
  12. Konstanta suhu reaktor, pemanas suhu, dan tekanan diamati selama 60 menit.
  13. Jika suhu sudah mencapai 300°C atau 330°C tunggu reaksinya selama 30 menit dan catat suhu pendinginan selama 10 menit.
  14. Setelah itu turunkan suhu sampai 150°C kemudian matikan mesin *autoclave* dan komputernya.
  15. Berdasarkan SOP (*Standard Operational dan Prosedur*) pengeluaran sampel dilakukan ke esokan harinya.



Sumber: Penelitian 2016

**Gambar 2.** Mesin *Autoclave*

### Analisis Proksimat

Analisis Proksimat adalah untuk memberikan penjelasan tentang kandungan pad batubara diantaranya kandungan *inherent moisture*, kandungan *ash*, kandungan zat terbang, kandungan *fixed carbon*. Berikut ini adalah analisis proksimat pada batubara Sorong, Marunda, dan Satui.

#### 1. Kadar Air Lembab (Inherent Moisture)

Kadar air lembab dihasilkan dengan cara menguapkan batubara di dalam oven dengan suhu  $\pm 105^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam dengan ukuran batubara -150 mesh (ASTM D2013-07). Pengujian ini dilakukan adalah untuk mengetahui kadar air lembab yang terkandung didalam batubara Sorong, Marunda, dan Satui.

#### 2. Analisis Kadar Abu (Ash)

Analisa ash content digunakan untuk mengetahui kandungan abu yang terdapat dalam batubara. Pengujian ash content dilakukan dengan batubara ukuran -150 mesh (3mm), menggunakan suhu hingga mencapai  $800^{\circ}\text{C}$ , selama  $\pm 3$  jam.

#### 3. Analisis Kadar Abu (Ash)

Analisa ash content digunakan untuk mengetahui kandungan abu yang terdapat dalam batubara. Pengujian ash content dilakukan dengan batubara ukuran -150 mesh (3mm), menggunakan suhu hingga mencapai  $800^{\circ}\text{C}$ , selama  $\pm 3$  jam.

#### 4. Fixed carbon (Karbon padat)

Karbon padat adalah bagian yang utuh dari batubara, dimana nilainya merupakan

hasil pengurangan 100% oleh kadar abu, kadar zat terbang, dan kadar air.

### Analisis Nilai Kalori

Nilai kalori disebut juga *specific energy*, *higher heating value* merupakan parameter yang sangat penting, karena pada dasarnya yang dibeli dari batubara adalah energi. Nilai kalori yang dibutuhkan oleh pengguna batubara bervariasi tergantung dari desain alat yang digunakan. Nilai panas diukur dengan alat *Bomb Calorimeter*.



Sumber: Penelitian 2016

**Gambar 3.** Bomb Calorimeter

### Prinsip Analisis Nilai Kalori

Pengujian nilai kalori dilakukan dengan menggunakan kalori meter. Kalori adalah nilai energi yang dapat dihasilkan dari hasil pembakaran batubara. Dinyatakan dalam satuan energi (Kcal/Kg), MJ/Kg, atau BTU/lb. Dengan menggunakan sifat-sifat air yang memberikan definisi asal dari kalori, yaitu banyaknya perubahan temperatur yang dialami air waktu mengambil atau melepaskan sejumlah panas.

### Harga Batubara Sebelum dan Sesudah *Upgrading*

Langkah – langkah yang dilakukan:

5. Mengkonversikan harga batubara dari USD/ton ke Rupiah/kg
6. Konversi harga batubara dari USD/ton ke Rupiah/kg (1 USD = Rp. 13.000)
7. 1 USD/ton = Rp. 13.000/1000kg = Rp. 13/kg
8. Menghitung harga batubara total sebelum dan setelah pemanasan dalam satuan Rp (rupiah).
9. Rumus harga batubara sebelum dan sesudah pemanasan
10. Harga total sebelum pemanasan =  $w_1 \times \text{HPB raw}$
11. Harga total setelah pemanasan =  $w_2 \times \text{HPB}$

Keterangan:

$w_1$  = berat sebelum pemanasan (kg)

$w_2$  = berat setelah pemanasan (kg)

HPB raw = harga patokan batubara tanpa pemanasan (Rp/kg)

HPB = harga patokan batubara setelah pemanasan (Rp/kg)

**Tabel 1.** Harga Batubara Setelah *Upgrading*

Jenis batubara (Suhu Pemanasan)	HPB (USD/ton)	HPB (Rp/kg)
Sorong 1 Raw	\$ 36,57	482,23
Sorong 1 300°C	\$ 47,60	627,8
Sorong 1 330°C	\$ 47,95	632,41
Sorong 2 Raw	\$ 32,83	432,99
Sorong 2 300°C	\$ 45,38	598,52
Sorong 2 330°C	\$ 47,60	627,8
Sorong 3 Raw	\$ 36,57	482,32
Sorong 3 300°C	\$ 44,91	592,32
Sorong 3 330°C	\$ 48,87	644,55
Sorong 4 Raw	\$ 33,92	447,37
Sorong 4 300°C	\$ 45,85	604,72
Sorong 4 330°C	\$ 44,91	592,32
Satui Raw	\$ 41,73	550,38
Satui 300°C	\$ 62,15	819,7
Satui 330°C	\$ 62,42	823,26
Marunda Raw	\$ 33,92	447,37
Marunda 300°C	\$ 45,38	598,52
Marunda 330°C	\$ 59,02	778,41

**Perolehan Yield Batubara**

Setelah dilakukan pemanasan pada sampel Sorong, Satui, dan Marunda selama 100 menit akan menghasilkan pengurangan berat pada batubara (*losses* batubara) yang terjadi akibat pemanasan pada saat pemanasan, hal itu disebabkan kadar air yang terdapat pada batubara juga berkurang.

$$Yield = \frac{\text{berat batubara asal} - \text{beratbatubara setelah pemanasan}}{\text{batubara asal}} \times 100\%$$

**Tabel 2.** Perolehan *Yield* Batubara

Jenis batubara (Suhu Pemanasan)	Berat Sebelum Pemanasan (gr)	Berat Setelah Pemanasan Suhu 300°C (gr)	Berat Setelah Pemanasan Suhu 330°C (gr)	Yield (%)
Sorong 1 Raw				
Sorong 1 300°C	600,7	321,2	372,3	46,52905
Sorong 1 330°C	600,9	311,7	332,4	48,12781
Sorong 2 Raw				
Sorong 2 300°C	600,6	322,4	376,5	46,32035
Sorong 2 330°C	600,7	312,5	323,6	47,97736

Sorong 3 Raw				
Sorong 3 300°C	600,5	321,7	381,7	46,42798
Sorong 3 330°C	600,8	310,8	334,6	48,26897
Sorong 4 Raw				
Sorong 4 300°C	600,7	322,1	369,8	46,37922
Sorong 4 330°C	600,5	314,8	322,1	47,57702
Satui Raw				
Satui 300°C	600,9	310,2	352,4	48,37743
Satui 330°C	600,7	308,9	314,7	48,57666
Marunda Raw				
Marunda 300°C	600,5	311,4	365,7	48,14321
Marunda 330°C	600,7	309,2	320,6	48,52672

Sumber: penelitian 2016

#### D. Kesimpulan dan Saran

1. Dari hasil pengolahan data dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa untuk meningkatkan batubara yang memiliki nilai kalor yang rendah perlu dilakukan pengujian dengan metode *Hot Water Drying* (HWD) dengan cara batubara dipanaskan dengan suhu 300°C dan 330°C, yang bertujuan meningkatkan nilai kalor yang terkandung di dalam batubara tersebut, karena fungsi metode *Hot Water Drying* (HWD) itu adalah mengurangi kadar air lembab di dalam batubara, karena semakin tinggi temperatur yang dihasilkan, maka akan semakin rendah nilai kadar air lembab dan nilai kalor yang dihasilkan akan semakin tinggi.
2. Nilai kalor sebelum dilakukan pemanasan (*raw*) nilai kalori dari batubara Sorong 1 4398 kkal/kg, Sorong 2 4275 kkal/kg, Sorong 3 4464 kkal/kg, Sorong 4 4408 kkal/kg, Satui 5419 kkal/kg, dan Marunda 4444 kkal/kg, kemudian setelah dipanaskan dengan suhu (pemanasan 300°C) nilai kalori dari masing – masing naik menjadi 5535 kkal/kg, 5247 kkal/kg, 5706 kkal/kg, 5602 kkal/kg, 6734 kkal/kg, dan 5346 kkal/kg, kemudian dipanaskan dengan suhu (pemanasan 330°C) nilai kalori naik menjadi 5633 kkal/kg, 5335 kkal/kg, 5893 kkal/kg, 5462 kkal/kg, 6990 kkal/kg, dan 5582 kkal/kg. dari nilai kalor akan berpengaruh pada harga batubara sebelum dipanaskan (*raw*) memiliki harga yang rendah seperti harga batubara Satui (*raw*) memiliki harga senilai \$ 41,73 kemudian dilakukan percobaan peningkatan kualitas dengan cara metode HWD. Batubara Satui dipanaskan pada suhu 300°C, harga meningkat menjadi \$ 62,15 dan dipanaskan pada suhu 330°C harga meningkat menjadi \$ 62,42 yang mengacu pada HBA dan HPB yang didalamnya terdapat ketentuan harga yang didasari oleh zat – zat yang terkandung di dalam batubara.

#### Daftar Pustaka

- Fujita. 1999. “*Pengolahan Batubara*”. Litbang ESDM. Bandung
- Hutamadi. Raharjo., Zulkifli Oesman. 2005. “*Pemantauan dan Evaluasi Konservasi Sumber Daya Mineral Di Daerah Kabupaten Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur*”. Pusat Sumber Daya Geologi. Bandung.
- Muchjidin, 2006. “*Pengendalian Mutu dalam Industri Batubara*”. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Miller. 2011. “*Teknologi Batubara Bersih dalam Pembangkit Listrik Batubara*” *Advanced Power Plant*.

- Mujumdar, A.S. 2006. *“Handbook of Industrial Drying”*, Taylor and Francis Group.
- Puji Hesty, 2007. *“Pengaruh Temperatur dan Waktu Tinggal Terhadap Kestabilan Kadar Air Batubara”*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Islam Bandung.
- Sudarsono S Arief, Prof.Dr.Ir., 2003. *“Pengantar Preparasi dan Pencucian Batubara”*, Departemen Teknik Pertambangan Insitut Teknologi Bandung.
- Sukandarrumidi. 2005. *“Batubara dan Pemanfaatannya”*. Yogyakarta. Gajah Mada University press.
- Suprpto. Slamet. *“Karakteristik dan pemanfaatan Batubara”*. Badan Penelitian dan Pengembangan ESDM. Bandung.
- Umar. D.F. 2004. *“Meningkatkan Kualitas Batubara dengan Teknologi HWD”*. Litbang ESDM. Bandung.

