

Pengaruh Ukuran Butir dan Temperatur Pemanasan Proses Upgrading Batubara Peranap Kecamatan Peranap Kabupaten Indragiri Hulu Provinsi Riau di Puslitbang tekMIRA

The Effect of Particle Size and Heating Temperature of Upgrading Process, on Coal of Peranap Sub-District, Indragiri Hulu District, Riau Province at Puslitbang tekMIRA

¹Reva Alif Perkasa, ²Datin Fatia Umar, ³Solihin

^{1,2,3}Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,

Jl. Tamansari No.1 Bandung 40116

email: revaperkasa@gmail.com, datinf@tekmira.esdm.go.id, Solihintambangunisba@gmail.com

Abstract. The quality of coal in Indonesia generally classified as low rank coal such as lignite (brown coal) which have high moisture content so that the calorific value is low. To increase the utilization of the low rank coal usage, it is required to be upgraded to enhance the coal quality and has more economic value. One of the methods of coal upgrading is coal drying. In this study, coal sample comes from Peranap area was prepared to be 2 mm, 2.35 mm, 4.75 mm, and 9.5 mm in size and then the sample was heated on the temperature of 100°C, 150°C, dan 200°C after that, finacoal was spread to the coal sample. The addition of finacoal is to protect the size degradation due to the weather as a result the quality of coal decreased. Result indicates that the upgrading process at a sample fraction size of ≤ 2 mm with a heating temperature of 200°C the inherent moisture content decreased from 13,97 % to be 5,27 %. Ash content before process of 7,31 % and after process of 6,77 %. Volatile matter content from 40.9 % increased to be 43,34 %. Fixed carbon before process of 37,82 % then increased after process 44,62 %. Calorific value from 5.128 cal/gr increased to be 5.774 cal/gr. Coal drying process was effective to reduce moisture content, so that the calorific value was increased.

Keywords: Low Rank Coal, Coal Drying, Finacoal.

Abstrak. Sebagian besar kualitas batubara di Indonesia termasuk ke dalam batubara peringkat rendah seperti lignit (*brown coal*) yang memiliki kadar air tinggi sehingga mempunyai nilai kalor rendah. Untuk meningkatkan pemanfaatan batubara peringkat rendah, sebelumnya perlu di lakukan suatu proses untuk meningkatkan kualitas (*upgrading*) sehingga memiliki nilai ekonomis tinggi. Salah satu metode upgrading yang akan diterapkan disini adalah dengan cara *coal drying*. Contoh batubara yang berasal dari daerah Peranap di preparasi dengan ukuran 2 mm, 2,35 mm, 4,75 mm dan 9,5 mm serta di panaskan pada suhu 100°C, 150°C, dan 200°C kemudian ditambahkan *finacoal* pada batubara setelah proses pemanasan untuk menjaga tidak terjadinya degradasi (pengecilan ukuran) karena pengaruh cuaca sehingga kualitas batubara tersebut menurun. Kondisi optimal untuk proses tersebut adalah ukuran butir batubara ≤ 2 mm dengan suhu pemanasan 200°C. Pada kondisi tersebut *Inherent moisture* sebelum proses 13,97 % turun menjadi 5,27 %. Kadar abu sebelum proses 7,31 % dan setelah proses turun menjadi 6,77 %. Kadar zat terbang sebelum proses 40,9 % setelah diproses mengalami kenaikan menjadi 43,34 %. *Fixed carbon* sebelum proses 37,82 % meningkat menjadi 44,62 %. Nilai kalor sebelum proses 5128 cal/gr menjadi 5774 cal/gr. Hasil menunjukkan bahwa proses *coal drying* efektif untuk menurunkan kadar air, sehingga nilai kalor meningkat.

Kata Kunci : Batubara peringkat rendah, *Coal Drying*, *Finacoal*.

A. Pendahuluan

Sumber daya batubara Indonesia diperkirakan mencapai 161 milyar ton (Sihitie, 2013). Sebagian besar batubara tersebut termasuk kedalam peringkat sub-bituminus dan lignit masing – masing 26,7% dan 58,7%. Batubara antrasit dan bituminus dikelompokkan sebagai batubara peringkat tinggi, sedangkan sub-bituminus dan lignit

termasuk kedalam batubara peringkat rendah. Berdasarkan data Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi (PSDMBP) dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) tahun 2018, cadangan batubara Indonesia mencapai 37 miliar ton.

Dapat diketahui, sumber daya batubara di Indonesia pada umumnya berupa batubara peringkat rendah

seperti lignit (brown coal) yang memiliki kadar air tinggi sehingga nilai kalori menjadi rendah. Kadar air yang dimaksud adalah kadar air total (air bawaan dan air bebas) yang mencapai hingga 40%. Tingginya kadar air akan menimbulkan masalah dalam proses pemanfaatannya, terutama jika digunakan sebagai bahan bakar langsung (Racovalis, et al, 2002). Ketika terjadi proses pembakaran, air bawaan akan mengurangi nilai kalor batubara sehingga jumlah batubara yang diperlukan akan lebih besar. Karena jumlah batubara yang dibakar besar, maka gas CO₂ yang ditimbulkan saat proses pembakaran pun semakin besar. (Allardice, 2004).

Dengan besarnya sumber daya batubara peringkat rendah tersebut, maka perlu dilakukan teknologi untuk dapat meningkatkan kualitas (upgrading) batubara sehingga batubara peringkat rendah tersebut dapat dimanfaatkan secara maksimal. Selain meningkatkan kualitas (upgrading), perlu diperhatikan kestabilan batubara tersebut sehingga tidak terjadi perubahan kualitas batubara pada saat proses penyimpanan.

Maksud dari penelitian tugas akhir ini adalah untuk melakukan *upgrading* batubara peringkat rendah dengan teknologi pemanasan batubara. Tujuan dari penelitian ini diuraikan sebagai berikut :

1. Mengetahui kandungan total *moisture* pada conto sebelum dan setelah proses.
2. Mendapatkan kondisi optimal dari ukuran butir dan suhu pemanasan batubara untuk kegiatan peningkatan kualitas dengan metode tersebut.
3. Mengetahui kualitas batubara setelah proses peningkatan kualitas melalui pengujian proksimat dan nilai kalor.
4. Mengetahui efektifitas

pemanasan dilihat dari hasil proksimat dan nilai kalor setelah proses.

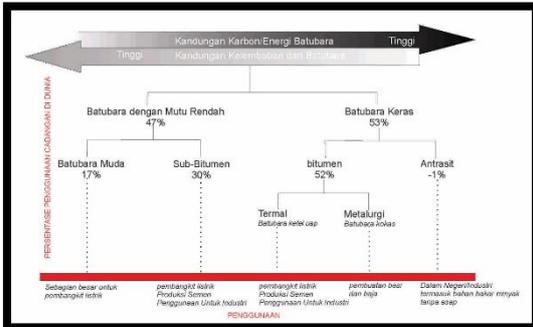
Penelitian dilakukan dengan menggunakan conto batubara peringkat rendah pada skala laboratorium, dengan batasan sebagai berikut:

1. Conto yang digunakan adalah batubara peringkat rendah dari Kecamatan Peranap, Kabupaten Indragiri Hulu, Provinsi Riau;
2. Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan batubara dengan nilai kalor yang lebih tinggi karena adanya penurunan kadar air;
3. Dilakukan proses peningkatan kualitas dengan metode pemanasan batubara dan selanjutnya dilapisi finacoal untuk penyimpanan (stockpiling);
4. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah ukuran butir dan temperatur pemanasan saat proses upgrading;
5. Variasi ukuran butir yang digunakan adalah lolos saringan 2 mm, 2,35 mm, 4,75 mm dan 9,5 mm;
6. Variasi temperatur pemanasan 100°C, 150°C, dan 200°C.

B. Landasan Teori

Menurut Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009, batubara merupakan endapan senyawa organik karbonan yang terbentuk secara alamiah dari sisa tumbuh-tumbuhan. Elliot (1981), seorang ahli geokimia batubara, berpendapat bahwa batubara merupakan batuan sedimen yang secara fisika dan kimia adalah heterogen yang mengandung unsur-unsur karbon, hidrogen, dan oksigen sebagai komponen utama dan belerang serta nitrogen sebagai unsur tambahan. Zat lainnya, seperti senyawa anorganik pembentuk debu (*ash*), tersebar sebagai

partikel zat mineral yang terpisah di seluruh senyawa batubara. Secara singkat, batubara dapat didefinisikan sebagai batuan karbonat berbentuk padat, rapuh, berwarna cokelat tua sampai hitam, dan dapat terbakar.



Gambar 1. Persentase dari Penggunaan Batubara

Untuk menentukan jenis batubara, digunakan klasifikasi *American Society for Testing and Materials* ASTM. ASTM merupakan standar bagi Amerika Serikat yang mulai berlaku sejak tahun 1938. Cara ini berdasarkan proses pembentukan batubara dari Lignit sampai Antrasit. Sistem klasifikasi ini mempergunakan *volatile matter* (dmmf), *fixed carbon* (dmmf) dan *Kaloric value* (mmmf). Klasifikasi batubara berdasarkan ASTM sesuai pada tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Klasifikasi Batubara Berdasarkan ASTM

Class/group	Fixed Carbon Limits (dry mineral-matter-free basis) %		Volatile Matter Limits (Dry, Mineral-matter-free Basis) %		Gross Calorific Value Limits (Moist, mineral-matter-free Basis) MJ/kg			
	Equal or Greater Than	Less Than	Equal or Greater Than	Less Than	Btu/lb		MJ/kg	
					Equal or Greater Than	Less Than	Equal or Greater Than	Less Than
Anthracite:								
Meta-anthracite	98	---	---	2				
Anthracite	92	98	2	8				
Semianthracite	86	92	8	14				
Bituminous:								
Low Volatile	78	86	14	22				
Medium Volatile	69	78	22	31				
High Volatile A	---	69	31	---	14,000	---	32.6	---
High Volatile B					13,000	14,000	30.2	32.6
High Volatile C					11,500	13,000	26.7	30.2
Subbituminous:								
Subbituminous A					10,500	11,500	24.4	26.7
Subbituminous B					9,500	10,500	22.1	24.4
Subbituminous C					8,300	9,500	19.3	22.1
Lignite:								
Lignite A					6,300	8,300	14.7	19.3
Lignite B					---	6,300	---	14.7

Sumber : Klasifikasi Batubara Menurut ASTM, 2009

Analisis batubara digunakan untuk mengetahui data-data mengenai

karakteristik dari batubara sehingga dapat memenuhi sesuai dengan kebutuhan. Analisis batubara untuk bahan bakar dapat digolongkan menjadi:

1. Analisis proksimat (kandungan air bawaan, abu, zat terbang, dan karbon tertambat).
2. Analisis ultimat (karbon, hidrogen, nitrogen, sulfur, dan oksigen)
3. Penentuan unsur tertentu dalam batubara serta penentuan khusus untuk batubara bahan bakar (nilai panas, indeks hardgrove, indeks abrasi, titik leleh abu, analisis komposisi abu, klor, dan sebagainya).

Tabel 2. Tabel Faktor Konversi Dasar Pelaporan Hasil Analisis Batubara

DIMINTA	AS RECEIVED (A.R.)	AIR DRIED (A.D.B.)	DRY (D.B.)	DRY ASH FREE (D.A.F.)	DRY MINERAL MATTER FREE (D.M.M.F.)
AS RECEIVED (A.R.)	-	$\frac{100 - M_1}{100 - M}$	$\frac{100}{100 - M}$	$\frac{100 - M}{100 - M_1 - A}$	$\frac{100 - M}{100 - M_1 - B}$
AIR DRIED (A.D.B.)	$\frac{100 - M}{100 - M_1}$	-	$\frac{100}{100 - M_1}$	$\frac{100}{100 - M_1 - A}$	$\frac{100}{100 - M_1 - B^*}$
DRY (D.B.)	$\frac{100 - M}{100}$	$\frac{100 - M_1}{100}$	-	$\frac{100 - M_1}{100 - M_1 - A}$	$\frac{100 - M_1}{100 - M_1 - B}$
DRY ASH FREE (D.A.F.)	$\frac{100 - M}{100} \frac{100 - M_1 - A}{100 - M_1}$	$\frac{100 - M_1 - A}{100}$	$\frac{100 - M_1 - A}{100 - M_1}$	-	$\frac{100 - M_1 - A}{100 - M_1 - B^*}$
DRY MINERAL MATTER FREE (D.M.M.F.)	$\frac{100 - M}{100} \frac{100 - M_1 - B}{100 - M_1}$	$\frac{100 - M_1 - B}{100}$	$\frac{100 - M_1 - B}{100 - M_1}$	$\frac{100 - M_1 - B}{100 - M_1 - A}$	-

Upgrading batubara adalah serangkaian proses untuk meningkatkan kualitas batubara peringkat rendah (*low rank coal*). Peningkatan kualitas batubara tersebut dapat dilakukan dengan cara mengurangi kadar air pada batubara sehingga nilai kalor batubara dapat meningkat.

Beberapa penelitian untuk mengurangi kadar air telah dilakukan sejak tahun 1920-an di Amerika Serikat, Australia, Jepang, dan lain-lain (Suwono, 2000). Air yang terkandung dalam batubara terdiri atas air bebas (*free moisture*) dan air bawaan (*inherent moisture*). Air bebas adalah air yang terikat secara mekanik dengan batubara pada permukaan dalam rekahan atau kapiler yang mempunyai

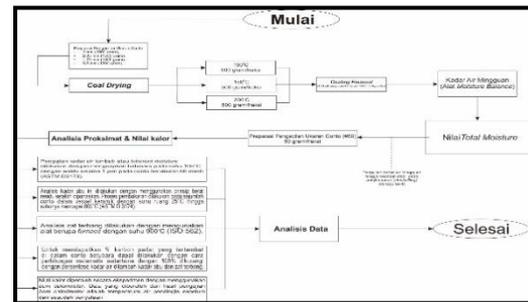
tekanan uap normal. Sedangkan air bawaan adalah air yang terikat secara fisik pada struktur pori-pori bagian dalam batubara dan mempunyai tekanan uap yang lebih rendah daripada tekanan normal. Kandungan air dalam batubara, baik air bebas maupun air bawaan, merupakan faktor yang merugikan karena memberikan pengaruh yang negatif terhadap proses pembakarannya.

Proses *coal drying* ini memanfaatkan pemanasan dengan suhu yang berada di atas titik uap air sehingga seperti 100°C, 150°C, dan 200°C dengan maksud menghilangkan kandungan air bebas dan kandungan air lembab yang terdapat pada pori-pori batubara yang di panaskan. Karena proses ini dilakukan pada suhu sekitar 150°C untuk menjaga agar air yang telah keluar tidak kembali masuk, maka perlu ditambahkan zat aditif sebagai penutup permukaan batubara, seperti kanji, tetes tebu (*mollase*), slope pekat (*fuse oil*), dan minyak residu. Dengan kesamaan sifat kimia tersebut, minyak residu yang masuk ke dalam pori-pori batubara akan kering, kemudian bersatu dengan batubara. Lapisan ini cukup kuat dan dapat menempel pada waktu yang cukup lama sehingga batubara dapat disimpan di tempat yang terbuka untuk jangka waktu yang cukup lama (Couch, 1990).

Fungsi produk *finacoal* adalah untuk menjaga dan mempertahankan kualitas batubara dari pengaruh kondisi cuaca (*Climate*) lingkungan dan sebagai penghilang debu (*coal dust suppression*) yang berbentuk cairan terbuat dari komposisi *Amphoteric Surfactant coconut materials, Humectant & polymer Petroleum Hydrocarbon emulsion Base*. Zat aditif *finacoal* ini tersusun atas beberapa senyawa kimia yaitu *naftalena, antrasena, fluoranthene*, dan juga *fenol*. Pada dunia pertambangan biasanya

finacoal ini menjadi cairan yang digunakan sebagai spray untuk perawatan *stockpile* yang bertujuan agar batubara yang ada di *stockpile* tidak mengalami *swabakar* serta *weathering*.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan



Gambar 2. Flowsheet Upgrading batubara dengan metode *Coal Drying & Pelapisan Finacoal*

Hasil Pengujian Kestabilan Kadar Air

Analisis kadar air harian ini dilakukan dengan alat *moisture balance*, untuk mengetahui nilai kadar air pada batubara setelah proses *upgrading*. Dapat dilihat pada Tabel 2 :

Dilakukan pengujian pada tiap fraksi conto batubara yang di amati selama 4 minggu dengan intensitas pengujian sebanyak 1x dalam seminggu dengan *feed* masuk pengujian per 10 gram. Hal ini dilakukan untuk mengamati keadaan conto batubara terhadap lingkungan yang diharapkan kadar air pada conto tersebut dapat stabil.

Kualitas Batubara setelah Upgrading

Proses *upgrading* dilakukan agar kualitas dari batubara tersebut meningkat yang diharapkan hasil *upgrading* ini membuat conto memiliki *inherent moisture* rendah, kadar abu yang rendah, kadar zat terbang yang

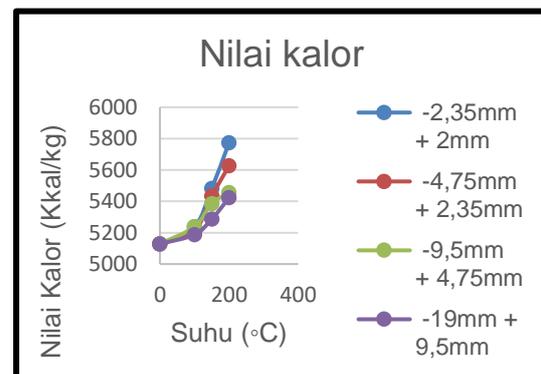
Tabel 2. Kualitas Batubara Setelah Proses Upgrading

Suhu (°C)	Fraksi (mm)	Moisture (%)	Moisture (%) I	Moisture (%) II	Moisture (%) III	Moisture (%) IV
0	-2,35 + 2	28,45	-	-	-	-
	-4,75 + 2,35	31,80	-	-	-	-
	-9,5 + 4,75	32,40	-	-	-	-
	-19 + 9,5	35,70	-	-	-	-
100	-2,35 + 2	24,55	8,45	10,60	9,30	9,40
	-4,75 + 2,35	19,75	10,00	10,15	10,50	10,50
	-9,5 + 4,75	20,80	10,25	10,30	10,70	10,70
	-19 + 9,5	29,20	11,15	11,15	11,50	11,40
150	-2,35 + 2	11,40	9,00	8,45	8,40	8,45
	-4,75 + 2,35	14,00	9,50	8,80	9,45	9,50
	-9,5 + 4,75	11,30	11,20	10,20	10,80	10,8
	-19 + 9,5	18,15	11,45	10,45	10,50	10,5
200	-2,35 + 2	7,35	6,55	6,55	5,80	5,90
	-4,75 + 2,35	8,15	5,75	6,40	6,60	6,60
	-9,5 + 4,75	7,00	7,00	7,95	7,75	7,80
	-19 + 9,5	13,05	10,90	8,45	8,65	8,70

rendah. Maka dengan demikian secara otomatis meningkatkan kadar karbon padat dalam conto batubara tersebut. Nilai kalor yang dimiliki conto batubara tersebut akan berbanding lurus dengan kadar karbon padat yang ada pada conto batubara tersebut atau apabila kadar karbon padat dalam conto tersebut tinggi maka akan memiliki nilai kalor yang tinggi dan sebaliknya apabila kadar karbon padat rendah maka nilai kalor akan rendah pula. Selain itu diharapkan tidak terjadinya perubahan kembali kadar air yang telah dilakukan proses *Upgrading* selama penyimpanan akibat dari lingkungan sekitar. Perbandingan data kualitas batubara sebelum dan sesudah dilakukan *upgrading* dapat dilihat pada Tabel 3 :

Tabel 3. Kualitas Batubara Setelah Proses Upgrading

Suhu	Fraksi	% IM	% Abu	% VM	% FC	Nilai Kalor
Sebelum Upgrading		13,97	7,31	40,90	37,82	5.128
100° C	-2,35mm + 2mm	9,00	6,53	45,45	39,02	5.237
	-4,75mm + 2,35mm	10,56	5,20	44,30	39,94	5.213
	-9,5mm + 4,75mm	10,65	4,86	43,07	41,43	5.238
	-19mm + 9,5mm	11,16	4,05	44,69	40,10	5.188
150° C	-2,35mm + 2mm	8,35	6,44	44,26	40,95	5.481
	-4,75mm + 2,35mm	9,33	5,43	44,53	40,71	5.433
	-9,5mm + 4,75mm	10,75	5,97	43,11	40,17	5.385
	-19mm + 9,5mm	10,47	5,71	43,19	40,62	5.286
200° C	-2,35mm + 2mm	5,27	6,77	43,34	44,62	5.774
	-4,75mm + 2,35mm	7,27	5,67	41,40	45,66	5.626
	-9,5mm + 4,75mm	6,61	5,15	48,14	40,10	5.455
	-19mm + 9,5mm	8,49	4,79	45,90	40,82	5.422

**Gambar 3.** Grafik Fraksi Ukuran dan Temperatur terhadap Nilai Kalor

Mengenai nilai kalor sebelum dan setelah proses coal drying. Sebelum proses coal drying nilai kalor batubara Peranap adalah 5128 Kal/gr. Terjadinya peningkatan setelah dilakukannya proses upgrading batubara, peningkatan batubara Peranap terlihat bervariasi dikarenakan perbedaan dari suhu pemanasan serta fraksi ukuran dari conto batubara pada proses coal drying dan spraying yang telah dilakukan. Pada proses pemanasan 100 oC nilai kalor diantara 5188 Kal/gr – 5238 Kal/gr. Proses pemanasan 150 oC nilai kalor diantara 5286 Kal/gr – 5481 Kal/gr sedangkan pada pemanasan 200 oC nilai kalor diantara 5422 Kal/gr – 5774 Kal/gr. Sehingga dilihat dari suhu

pemanasan, pada suhu 200oC peningkatan nilai kalor lebih optimal dibandingkan suhu lainnya. Peningkatan nilai kalor pada fraksi lolos saringan + 2mm dengan suhu pemanasan 200 oC dari sebelum proses upgrading adalah 646 Kal/gr, peningkatan ini adalah nilai maksimal dari proses pengujian coal drying dan spraying dari conto batubara Peranap Kabupaten Indragiri Hulu.

D. Kesimpulan

Dari hasil percobaan peningkatan kualitas batubara metode coal drying terhadap conto batubara peringkat rendah yang berasal dari Kecamatan Peranap Kabupaten Indragiri Hulu Provinsi Riau di laboratorium batubara puslitbang tekMIRA dengan teknologi peningkatan kualitas batubara metode pemanasan batubara dan pelapisan menggunakan finacoal ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kandungan total moisture dari conto batubara sebelum proses peningkatan kualitas pada berbagai fraksi ukuran terendah adalah 28,45% dan tertinggi bernilai 35,7%. Setelah proses peningkatan kualitas pada pemanasan 1000C kandungan moisture tertinggi senilai 29,2 % dan terendah senilai 19,75 % . Untuk pemanasan batubara 1500C kadar tertinggi senilai 18,15 % dan terendah senilai 11,3 %. Untuk pemanasan batubara 2000C kadar tertinggi senilai 13,05 % dan terendah senilai 7 %. Pengamatan nilai total moisture pada keadaan stabil di minggu ke empat setelah pemanasan awal pada suhu pemanasan 1000C kandungan moisture tertinggi senilai 11,4 % dan terendah senilai 9,4 % Untuk pemanasan batubara 1500C kadar tertinggi

senilai 10,8 % dan terendah senilai 8,45 %. Untuk pemanasan batubara 2000C kadar tertinggi senilai 8,7 % dan terendah senilai 5,9 %;

2. Kondisi optimal untuk proses peningkatan kualitas dengan teknologi pemanasan batubara adalah pada fraksi ukuran -2,35 mm +2 mm dengan suhu pemanasan 200o C;
3. Hasil pengujian proksimat terhadap conto batubara pada kondisi tersebut adalah Inherent moisture sebelum proses 13,97 % menjadi 5,27 %. Kadar abu sebelum proses 7,31 % dan setelah proses turun menjadi 6,77 %. Kadar zat terbang sebelum proses 40,9 % setelah diproses mengalami peningkatan menjadi 43,34 %. Fixed carbon sebelum proses 37,82 % meningkat menjadi 44,62 %. Nilai kalor sebelum proses 5128 Kal/gr menjadi 5774 Kal/gr.
4. Proses pemanasan batubara dengan metoda coal drying efektif untuk menurunkan kadar air sehingga nilai kalor meningkat. Proses ini dipengaruhi fraksi ukuran batubara dan suhu pada proses pemanasan. Semakin kecil ukuran batubara dan semakin tinggi suhu pemanasan akan semakin baik dan memberikan hasil uji proksimat dan nilai kalor yang terbaik.

E. Saran

Dari hasil pengujian dan juga penelitian terdapat beberapa saran agar sebagai berikut :

1. Pengujian akan lebih baik apabila dilakukan dengan menggunakan alat yang nilai koreksinya rendah dan dikalibrasi secara rutin;

2. Perlu dilakukan kajian ekonomi untuk penggunaan metode ini agar mendapatkan perbandingan tingkat keekonomisan antara melakukan peningkatan kualitas batubara peringkat rendah dan membeli batubara dengan kualitas sesuai kebutuhan secara langsung.

Daftar Pustaka

- Anonim (1982). 'Coal for Eights, Australian Coal Associations, New South Weles" Australia 1982.
- Anonim (1998). "Classification of Coal by Rank ASTM D3884-84, 1998 Annual Books of ASTM Standars, Volume 5.05 American Society of Testing and Material 1998".
- Anonim (2003). "Standar practice for evaluating of laboratoris using ASTM precedures in the sampling and analysis of coal and coke" ASTM D 4182-97, 2003 Annual Book of ASTM Standar, Volume 5.05, American Society for Testing and Materials 2013.
- Couch, Chris. (1990). "Urban Renewal: Theory and Practice. Hampshire", Macmillan Education Ltd.
- Darman, H. dan Sidi, F.H., 2000, "An Outline of The Geology of Indonesia, Ikatan Ahli Geologi Indonesia".
- Foni, Selvi. 2013 "Pemanfaatan Batubara Bagi Kehidupan Mahluk Hidup".
- Hartiniati. (2010). "Proses Peningkatan Mutu Batubara Muda Menjadi Exportable Coal atau Batubara Layak Ekspor/Jual". Laporan Akhir, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), Sumber Energi Baru dan Terbarukan, Jakarta.
- Slamet Suprpto. 2009. "Blending Batubara Untuk Pembangkit Listrik Studi Kasus Pltu Suralaya Unit 1 – 4". Jurnal Teknologi Mineral dan Btubara Edisi Januari 2009, Vol 5 No 1. Puslitbang Tekmira. Bandung.
- Sukandarrumidi. 1995. "Batubara dan Gambut. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta".
- Susilawati. 1992. "Proses Pembentukan Batubara. Analisa Penelitian dan Pengembangan Geologi", ITB, Bandung.
- Tsai, S.C. 1982, "Fundamentals of Coal Beneficiation and Utilization, Coal Science and Technology 2", Scientific Publishing No. 375. New York. p.151- 159.
- Umar, Datin Fatia. et al. 2018. "Pengaruh Pemanasan dan Penambahan Finacoal dan Enzol pada Batubara Tamiyang Layang, Kalimantan Tengah". Puslitbang Tekmira. Bandung
- Umar, Datin Fatia. et al. 2014. "Upgrading Batubara Peringkat Rendah dengan Teknologi CUPO". Puslitbang Tekmira. Bandung.