

PENGARUH TEKANAN (*EVAPORASI* DAN *NON EVAPORASI*) PADA PROSES PENGERINGAN BATUBARA TERHADAP KARAKTERISTIK BATUBARA

Y.B. Ningsih^{1*}

M.Huda^{2*}

¹ Teknik Pertambangan, Universitas Sriwijaya, Palembang

² Puslitbang tekMIRA, Bandung

Corresponding author: y.bayuningsih@gmail.com

ABSTRAK: Salah satu proses upgrading batubara adalah pemanasan batubara dengan media air panas. Pada proses ini batubara dipanaskan bersama-sama air dengan menggunakan tekanan diatas tekanan uap jenuh atau pada kondisi *non evaporasi*. Melalui proses ini tidak hanya kandungan *moisture* didalam batubara saja yang berkurang tetapi diikuti oleh perubahan karakteristik batubara yang menjadi parameter kualitas batubara. Tingginya tekanan yang digunakan (didas tekanan uap jenuh) akan menyebabkan tingginya biaya proses. Berdasarkan hal tersebut maka pada penelitian ini akan dilakukan percobaan pemanasan batubara dengan penambahan air, akan tetapi dengan tekanan dibawah tekanan uap jenuh (kondisi *evaporasi*). Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh tekanan (pada kondisi *evaporasi* dan *non evaporasi*) terhadap karakteristik batubara pada proses pengeringan batubara. Sample batubara yang digunakan adalah batubara dengan nilai kalori 5.866,63 kal/gr adb yang berasal dari Lahat Sumatera Selatan. Penelitian ini dilakukan dengan cara memanaskan batubara bersama-sama air pada suhu hingga 340⁰C dengan variasi tekanan 75, 100 dan 125 bar (kondisi *evaporasi*) dan tekanan 150 dan 175 bar (*non evaporasi*). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tekanan berpengaruh terhadap perubahan karakteristik batubara baik pada kondisi *evaporasi* maupun *non evaporasi*. Dengan semakin meningkatnya tekanan, kandungan *moisture* , zat terbang, unsur oksigen dan hydrogen cenderung semakin turun, sedangkan nilai kalori, karbon tertambat dan unsur karbon cenderung semakin meningkat. Selain itu dengan semakin meningkatnya tekanan, reaktifitas batubara cenderung semakin menurun. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pemanasan batubara dengan penambahan air, baik pada kondisi *evaporasi* maupun *non evaporasi* dapat merubah karakteristik batubara, akan tetapi pada kondisi *non evaporasi* dapat memberikan hasil lebih baik.

Kata Kunci: Batubara, Pengeringan, Evaporasi, Non Evaporasi, Tekanan, karakteristik batubara

ABSTRACT: One of the coal upgrading process is hot water reatmnet. In this process the coal heated with water using a pressure above the saturated vapor pressure (non evaporation condition). Through this process not only the *moisture* content in coal are reduced but also followed by coal characteristics changes. The usage of high pressure (saturated steam pressure) will lead to high processing cost. Under this conditions, this research will conduct a coal heating experiments using water addition but with low saturated steam pressure (evaporation conditions). The objective of this research is to determine the pressure effect (in evaporation condition and non-evaporation) to the coal characteristics in the coal drying proses. The coal samples that used were the coal with calorific value of 5,866.63 kal/gr adb that originated from Lahat, South Sumatera. This research was conducted by heating up the coal with water at the temperature up to 340⁰C . The pressure variation are 75, 100, 125 bar (evaporation condition) and 150, 175 bar (non-evaporation). The results shows that the pressure are effecting the characteristics change, both on the evaporation condition and non-evaporation. As The pressure increases, the *moisture* contents, volatile matter, oxygen and hydrogen elements tend to decrease, while the calorific value, fixed carbon and carbon contents tend to increase. Moreover, the pressure increase cause the coal reactivity tend to decrease. It can be concluded that coal heating with water addition, both in evaporation and non-evaporation conditions could change the coal characteristics, but in the non-evaporation condition could give better results.

Keywords : Coal drying, evaporation, non-evaporation, pressure, coal characteristics

PENDAHULUAN

Salah satu karakteristik batubara yang merupakan salah satu parameter kualitas batubara adalah kandungan *moisture*. Kandungan *moisture* yang tinggi pada batubara akan menimbulkan permasalahan terutama pada pemanfaatannya sebagai bahan bakar langsung (Umar D.F, 2010). Kandungan *moisture* yang tinggi akan menyebabkan nilai kalori batubara menjadi rendah, sehingga mengurangi kemampuan bakar dari batubara. Untuk mengurangi kandungan *moisture* tersebut, maka diperlukan proses pengeringan batubara. Proses pengeringan ini bertujuan untuk mengurangi *moisture* didalam batubara, sehingga nilai kalori batubara meningkat (Lutfy Al Baaqy dkk, 2013).

Kandungan air di dalam batubara dapat dihilangkan melalui proses pengeringan. Ada beberapa macam metode pengeringan kandungan air didalam batubara dan salah satunya adalah dengan media air panas. Pada proses ini batubara dipanaskan bersama-sama air pada kondisi hampa udara.

Teknologi pengeringan atau *upgrading* dengan media air panas ini dilakukan pada kondisi *non evaporasi* yaitu menggunakan suhu tinggi dan tekanan diatas tekanan uap jenuh. Hal ini dimaksudkan agar fase air tetaplah air sehingga pada proses ini air didalam batubara dihilangkan tanpa penguapan (*non evaporasi*).

Kelebihan metode ini adalah batubara yang dihasilkan tidak mudah menyerap air kembali. Hal ini terjadi karena batubara diproses dengan suhu dan tekanan yang tinggi. Pada teori dekomposisi thermal batubara, jika batubara dipanaskan pada suhu tinggi, maka pori-pori batubara terbuka, dan terjadi dekomposisi thermal batubara yang menghasilkan gas, char dan tar (N. Berkowitz, 1985). Jika pemanasan terus dilakukan, maka tar akan menguap. Akan tetapi, pada proses pengeringan pada kondisi *non evaporasi* dengan media air panas ini, adanya penambahan air dapat mencegah tar tidak menguap secara berlebihan, sehingga tar yang dihasilkan dari dekomposisi thermal batubara akan mengisi kembali pori-pori yang terbuka (Sakaguci, 2008). Hal ini yang menyebabkan batubara hasil proses akan lebih kuat dan sukar untuk menyerap air kembali.

Suhu yang tinggi serta tekanan yang tinggi ini tentu saja akan menyebabkan besarnya energi yang dibutuhkan serta tingginya biaya proses. Berdasarkan latar belakang tersebut maka perlu dipelajari kemungkinan penggunaan tekanan yang lebih rendah atau dibawah tekanan uap jenuh (pada kondisi *evaporasi*) akan tetapi proses pemanasannya sama seperti pada metode media air panas, yaitu batubara dipanaskan bersama-sama air pada kondisi hampa udara. Berdasarkan hal tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah melihat pengaruh kondisi *evaporasi* dan *non evaporasi* pada proses pengeringan batubara yang

dilakukan dengan cara memanaskan batubara bersama-sama air terhadap karakteristik batubara.

Beberapa teknologi pengeringan batubara pada kondisi *evaporasi* telah dikembangkan. Metode pengeringan batubara pada kondisi *evaporasi* dibedakan atas metode pemanasan langsung ataupun tak langsung. Pemanasan tak langsung contohnya adalah *tube dryer*. Pada metode ini, pemanasan dilakukan dengan menggunakan uap air. Berdasarkan tempat pengaliran batubara dan uap air, *tube dryer* memiliki 2 jenis yaitu *steam dryer* dan *coal in tube dryer*. Pada *coal in tube dryer*, batubara dialirkan di tube sedangkan uap air dialirkan di body. Pada jenis *steam dryer*, batubara dialirkan di body sedangkan uap air dialirkan di tube (Yosuo Otaka dalam Imamburharjo, 2011).

Pemanasan langsung dilakukan dengan melewati batubara kedalam media pemanas. Metode dengan pemanasan langsung *evaporasi* antara lain adalah *fluidized bed*. *Fluidized bed* sendiri terdiri dari beberapa macam metode yang telah dikembangkan, antara lain *dryfine*. Pada metode ini panas yang digunakan adalah dengan memanfaatkan panas buangan dari PLTU. Dari pengujian yang telah dilakukan pada skala komersial berkapasitas 135 ton/jam, rasio dewatering yang dihasilkan tidak terlalu tinggi. Rasio dewatering hanya sekitar 25% (Yosuo Otaka dalam Imamburharjo, 2011).

Kekurangan metode *evaporasi* ini adalah energi yang dibutuhkan untuk memanaskan batubara cukup besar. Selain itu, pengeringan dengan metode ini menyebabkan pori-pori batubara terbuka sehingga akan dapat mudah menyerap air kembali (Yosuo Otaka dalam Imamburharjo, 2011 dan Umar, D.F, 2010).

Teknologi pengeringan batubara pada kondisi *non evaporasi* antara lain adalah *hydrothermal*. Beberapa penelitian mengenai proses *hydrothermal* telah dilakukan. Melalui proses *hydrothermal*, kandungan *moisture* akan menurun yang diikuti juga oleh perubahan karakteristik batubara lainnya (Sakaguci 2008, Mursito 2010 dan Y.B. Ningsih 2014). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Y.B. Ningsih, Melalui proses *hydrothermal* dengan menggunakan suhu 340°C, kandungan *moisture* didalam batubara dapat berkurang sebesar 65,43%. Penurunan ini juga diikuti oleh perubahan karakteristik batubara lainnya seperti nilai kalori meningkat sebesar 17,4% yaitu dari 5.979,43 kal/gr adb menjadi 7.019,6 kal/gr adb. Selain itu, terjadi juga penurunan pada kandungan oksigen dan hydrogen, sedangkan kandungan karbon dan karbon tertambat meningkat (Y.B. Ningsih, 2014).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian yang menggunakan metode eksperimen. Sample batubara yang digunakan adalah batubara yang memiliki kalori 5.886,63 kal/gr adb. Sample yang digunakan ini berasal dari Lahat,

Sumatera Selatan. Karakteristik sample batubara yang digunakan dapat dilihat pada table 1.

Penelitian ini diawali dengan preparasi batubara yaitu pengecilan ukuran batubara dengan menggunakan jaw crusher. Ukuran butir batubara yang digunakan pada penelitian ini adalah 1 – 5 cm. Selanjutnya batubara yang telah dikecilkan ukurannya ini akan dipanaskan bersama-sama air di dalam autoclave.

Tabel 1. Karakteristik Sample Batubara Raw

No	Parameter	Nilai
Analisis Proximate		
1	Kadar air (% adb)	10,06
2	Abu (% adb)	7,01
3	Zat Terbang (% adb)	41,4
4	Karbon Tertambat (% adb)	41,53
Analisis Ultimate		
1	Karbon (% adb)	57,86
2	Hidrogen (% adb)	5,53
3	Nitrogen (% adb)	0,97
4	Sulfur (% adb)	1,92
5	Oksigen (% adb)	27,43
Analisis lain		
1	Nilai kalor (kal/ gram, adb)	5.886,53

Proses pengurangan kandungan *moisture* didalam batubara ini dilakukan dengan cara memanaskan batubara bersama air didalam autoclave pada kondisi hampa udara. Autoclave yang digunakan memiliki kapasitas 5 (lima) liter. Berat sample yang digunakan kurang lebih sebanyak 400 gram, dengan perbandingan batubara dan air yang digunakan adalah 1: 3. Suhu akhir yang digunakan pada penelitian ini adalah 340⁰C.

Variabel pada penelitian ini adalah perubahan tekanan, dimana tekanan akhir yang digunakan adalah 75, 100, 125, 150 dan 175 bar. Tekanan uap jenuh pada suhu 340⁰C adalah sekitar 150 bar, sehingga tekanan 150 dan 175 bar termasuk kedalam kondisi *non evaporasi* dan tekanan 75, 100 dan 125 bar merupakan kondisi *evaporasi*.

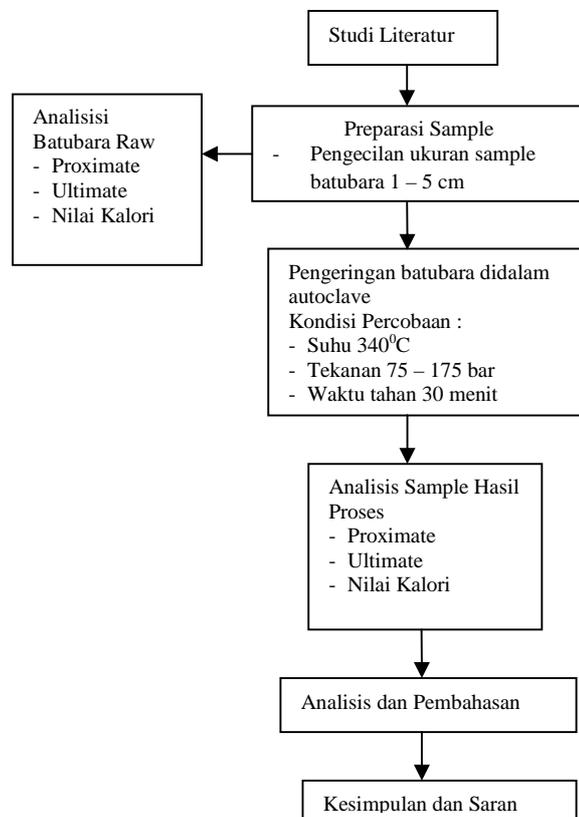
Pada penelitian ini batubara bersama air dipanaskan sampai suhu 340⁰C. Bersamaan dengan kenaikan suhu, maka tekanan didalam autoclave ikut meningkat. Jika tekanan akhir yang telah diinginkan telah tercapai, maka tekanan ini harus terus dijaga agar tekanan tersebut tidak meningkat sampai suhu akhir dan tekanan akhir yang diinginkan tercapai. Tekanan ini dijaga dengan cara

membuka tutup outlet pengeluaran air dan gas pada alat autoclave sehingga tekanan tidak meningkat.

Setelah suhu dan tekanan yang diinginkan tercapai, selanjutnya dilakukan penahanan suhu dan tekanan selama 30 menit dan kemudian suhu diturunkan, air dan gas dikeluarkan. Batubara hasil proses dikeluarkan setelah suhu autoclave didinginkan sampai suhu kamar.

Batubara hasil proses selanjutnya dianalisis. Analisis yang digunakan adalah analisis proximate, ultimate dan nilai kalori. Dari hasil analisis ini dapat diketahui perubahan karakteristik yang terjadi jika batubara diproses pada kondisi *evaporasi* dan *non evaporasi*.

Bagan alir penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Tahapan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Beberapa parameter kualitas batubara yang sekaligus merupakan karakteristik batubara yang diamati pada penelitian ini meliputi nilai kalori, kandungan *moisture*, zat terbang dan karbon tertambat. Selain itu pada penelitian ini juga diamati perubahan kandungan oksigen,

hydrogen dan karbon didalam batubara. Pada penelitian ini juga diamati reaktifitas dari batubara hasil proses tersebut. Hasil analisis batubara hasil proses dapat dilihat pada table 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Batubara Hasil Proses

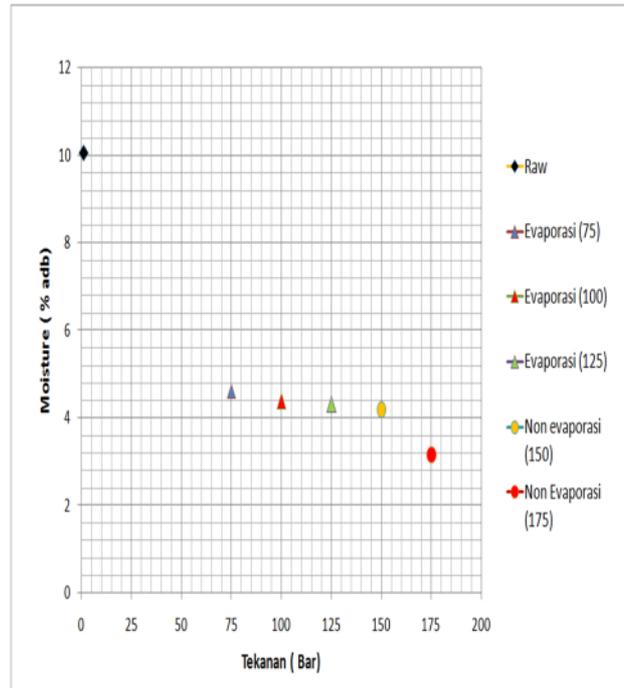
No	Parameter	Tekanan (Bar)				
		Evaporasi			Non Evaporasi	
		75	100	125	150	175
Analisis Proximate						
1	Kadar air (% adb)	4,61	4,38	4,31	4,18	3,15
2	Abu (% adb)	8,32	6,96	6,42	6,11	6,11
3	Zat Terbang (% adb)	39,8	38,02	37,69	36,41	36,4
4	Karbon Tertambat (% adb)	47,27	50,64	51,58	53,3	54,34
Analisis Ultimate						
1	Karbon (% adb)	63,48	65	65,78	66,20	67,52
2	Hidrogen (% adb)	5,15	5,12	5,08	5,02	4,99
3	Nitrogen (% adb)	1,04	1,13	1,18	1,16	1,13
4	Sulfur (% adb)	1,3	1,26	1,19	1,16	1,28
5	Oksigen (% adb)	20,71	20,53	20,35	20,35	18,97
Analisis lain						
1	Nilai kalor (kal/gram, adb)	6.482,27	6.789,74	6.880,79	7.026,27	7.143,05

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada setiap perubahan tekanan baik pada kondisi *evaporasi* maupun *non evaporasi*, memberikan pengaruh terhadap perubahan karakteristik batubara

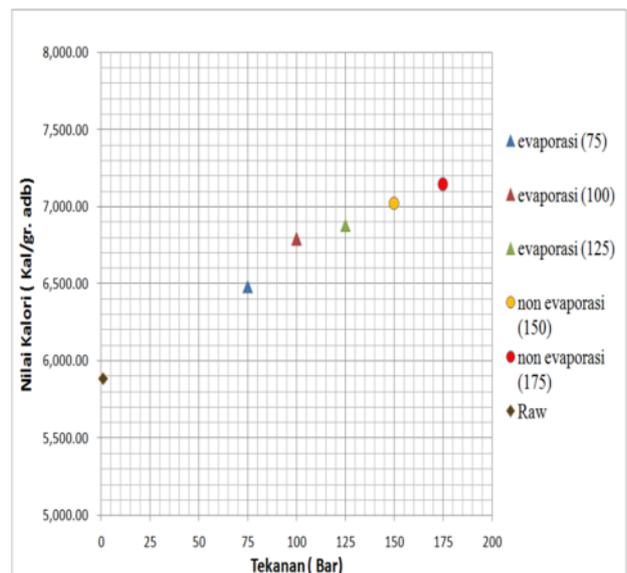
Gambar 2 menunjukkan pengaruh tekanan baik pada kondisi *evaporasi* ataupun *non evaporasi* terhadap kandungan *moisture* di dalam batubara. Gambar tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi tekanan, maka kandungan *moisture* cenderung semakin turun. Pada kondisi *evaporasi*, kandungan *moisture* dapat menurun

hingga 57,16%, sedangkan pada kondisi *non evaporasi*, kandungan *moisture* turun sampai 68,69%. Hal ini menunjukkan bahwa baik kondisi *evaporasi* maupun *non evaporasi*, kandungan *moisture* menurun dengan menurunnya tekanan. Namun perlakuan pada kondisi *non evaporasi* dapat menurunkan kandungan *moisture* lebih besar daripada perlakuan pada kondisi *evaporasi*.



Gambar 2. Pengaruh Tekanan terhadap kandungan moisture

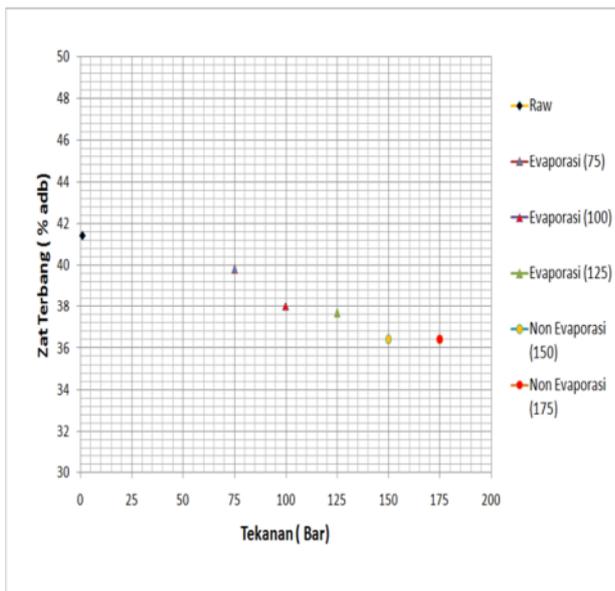
Menurunnya kandungan *moisture* ini diikuti oleh meningkatnya nilai kalori di dalam batubara. Gambar 3 menunjukkan pengaruh tekanan pada nilai kalori batubara.



Gambar 3. pengaruh tekanan terhadap nilai kalori batubara

Nilai kalori batubara cenderung semakin meningkat dengan meningkatnya tekanan pada proses pemanasan. Pada kondisi *evaporasi*, nilai kalori meningkat sampai dengan 16, 89%, sedangkan pada kondisi *non evaporasi*, pada tekanan 150 bar nilai kalori meningkat sebanyak 19,37% dan pada tekanan yang lebih tinggi (175 bar) nilai kalori meningkat sebesar 21,34%. Penambahan nilai kalori ini meningkat dikarenakan berkurangnya kandungan *moisture* di dalam batubara. Hal ini menunjukkan bahwa baik pada kondisi *evaporasi* ataupun *non evaporasi*, pemanasan atau pengeringan batubara dengan bantuan air yang dipanaskan sama-sama dapat meningkatkan nilai kalori batubara, hanya saja perlakuan pada kondisi *non evaporasi* dapat meningkatkan nilai kalori lebih besar daripada perlakuan yang dilakukan pada kondisi *evaporasi*.

Adanya peningkatan tekanan pada proses pengeringan batubara dengan bantuan air yang dipanaskan, juga memberikan pengaruh terhadap kandungan zat terbang di dalam batubara hasil proses pengeringan. Pada suhu 340°C, dengan bertambahnya tekanan, kandungan zat terbang di dalam batubara cenderung semakin menurun (Gambar 4).

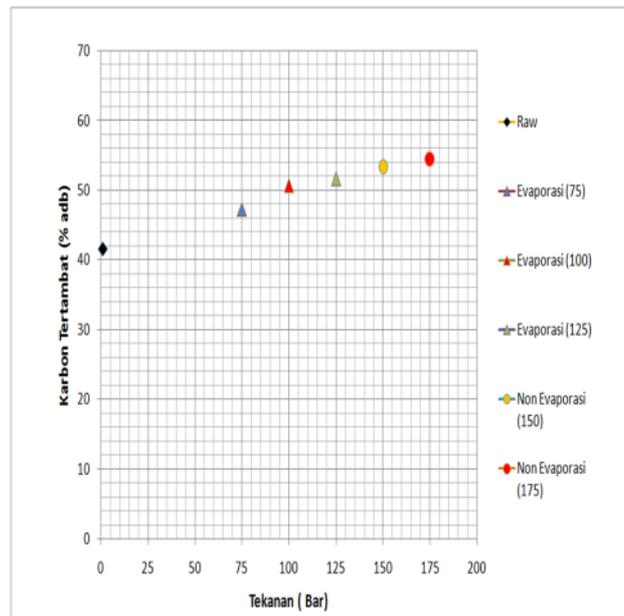


Gambar 4. pengaruh tekanan terhadap kandungan zat terbang

Batubara yang memiliki kandungan zat terbang sebesar 41,40% adb, setelah di panaskan sampai dengan tekanan 125 bar menyebabkan kandungan zat terbang

didalam batubara berkurang menjadi 37,69% adb, sedangkan pada tekanan 175 bar, kandungan zat terbang batubara berkurang menjadi 36,4% adb. Perlakuan pada kondisi *evaporasi* ataupun *non evaporasi*, sama-sama memberikan dampak yang baik pada penurunan kandungan zat terbang. Akan tetapi, pada kondisi *non evaporasi*, penurunan kandungan zat terbang lebih besar daripada pemanasan pada kondisi *evaporasi*.

Berkurangnya kandungan *moisture* dan zat terbang didalam batubara akibat adanya pengaruh tekanan pada proses pemanasan, menyebabkan kandungan karbon tertambat didalam batubara meningkat. Gambar 5 menunjukkan pengaruh tekanan terhadap kandungan karbon tertambat batubara.

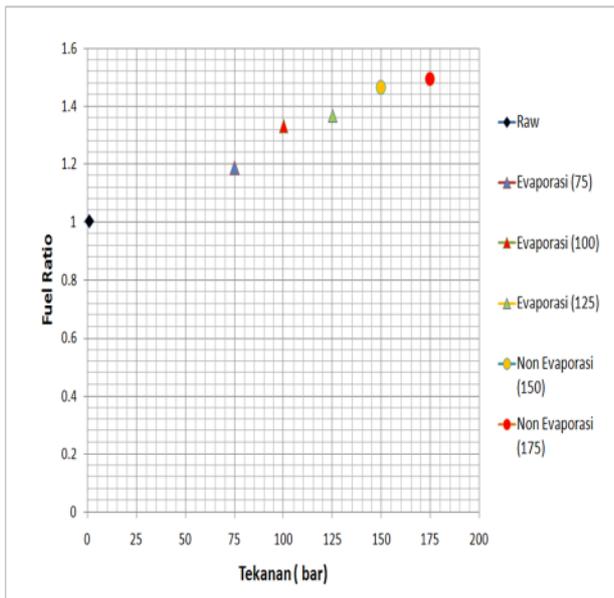


Gambar 5. pengaruh tekanan terhadap kandungan karbon tertambat

Gambar diatas menunjukkan bahwa semakin tinggi tekanan, maka kandungan karbon tertambat pada batubara hasil proses pengeringan cenderung semakin tinggi. Pada tekanan tertinggi kondisi *non evaporasi* kandungan karbon tertambat meningkat dari 41,53%adb menjadi 51,58% adb. Pada kondisi *non evaporasi*, pada tekanan tertinggi 175 bar, kandungan karbon tertambat meingkat menjadi 54,34% adb. Hal ini menunjukkan bahwa baik pada kondisi *evaporasi* maupun *non evaporasi*, adanya proses pengeringan batubara dengan perlakuan pemanasan dengan penambahan air dapat meningkatkan kandungan karbon tertambat pada batubara. Akan tetapi perlakuan pada kondisi *non evaporasi* memberikan peningkatan kandungan karbon tertambat yang lebih besar, walaupun perbedaan peningkatannya tidak terlalu significant. Perbedaan

peningkatan kandungan karbon tertambat pada tekanan tertinggi pada kondisi *evaporasi* dan tekanan tertinggi pada kondisi *non evaporasi* pada penelitian ini adalah 2,76%.

Salah satu sifat yang dimiliki oleh batubara low rank adalah sifat reaktifitas atau mudah tidaknya batubara terbakar. Sifat reaktifitas antara lain dipengaruhi oleh fuel ratio atau perbandingan antara karbon tertambat dengan zat terbang. Semakin tinggi fuel ratio maka reaktifitas akan semakin rendah, sedangkan semakin rendah fuel ratio, reaktifitas semakin tinggi (Arbi Y, 2006).



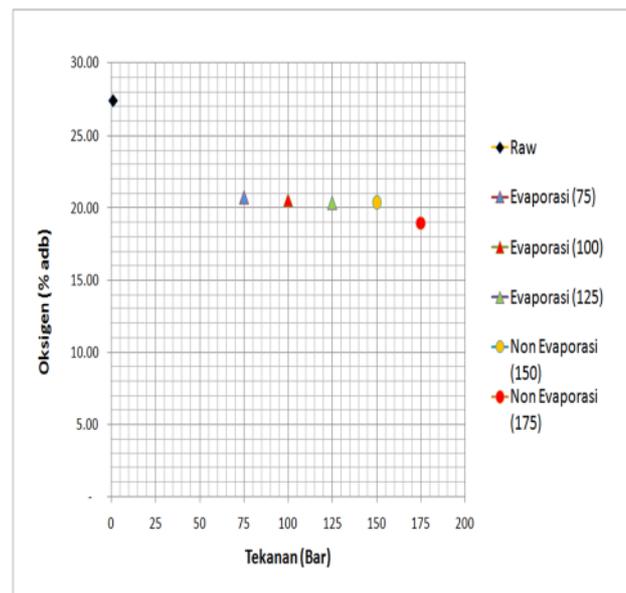
Gambar 6. Pengaruh tekanan terhadap fuel ratio.

Gambar 6 menunjukkan bahwa dengan semakin meningkatnya tekanan, fuel ratio batubara hasil proses semakin meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa dengan semakin tinggi tekanan maka reaktifitas batubara cenderung akan berkurang. Pada kondisi *non evaporasi*, batubara hasil proses memiliki fuel ratio yang lebih tinggi daripada fuel ratio pada kondisi *evaporasi*. Hal ini menunjukkan bahwa batubara yang dikeringkan pada kondisi *evaporasi* akan lebih mudah terbakar daripada batubara yang dikeringkan pada kondisi *non evaporasi*. Fuel ratio pada kondisi *evaporasi* pada suhu 340°C meningkat hingga 36,42% (tekanan 125 bar) sedangkan pada kondisi *non evaporasi*, fuel ratio meningkat hingga 48,82% (tekanan 175 bar).

Unsur utama penyusun batubara adalah oksigen, hydrogen, karbon, nitrogen dan belerang (Soedarsono, A, 2005). Pemanasan batubara dengan perlakuan penambahan air memberikan pengaruh pada kandungan unsur-unsur utama pembentuk batubara, baik pada kondisi *evaporasi* maupun *non evaporasi*. Dengan

semakin bertambahnya tekanan, unsur oksigen dan hydrogen didalam batubara cenderung semakin menurun, sedangkan kandungan unsur karbon cenderung semakin meningkat.

Gambar 7 menunjukkan pengaruh tekanan terhadap kandungan oksigen didalam batubara. Semakin tinggi tekanan yang digunakan maka kandungan unsur oksigen didalam batubara cenderung akan semakin berkurang. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa proses pengeringan batubara dengan metode pemanasan bersama-sama air, baik pada kondisi *evaporasi* maupun *non evaporasi* dapat menurunkan kandungan oksigen didalam batubara.

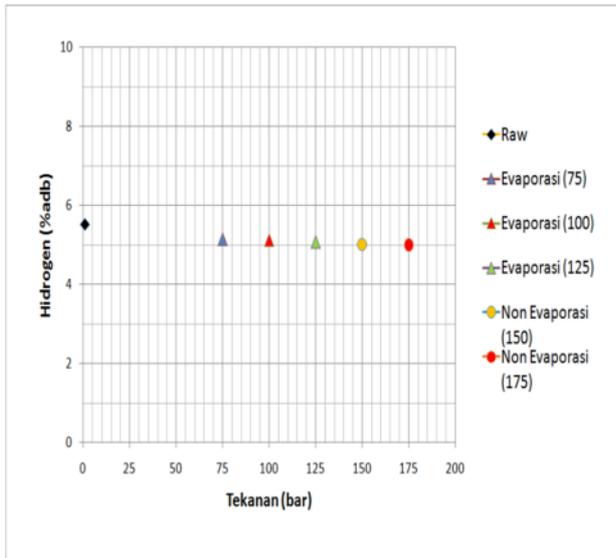


Gambar 7. pengaruh tekanan terhadap kandungan unsur oksigen

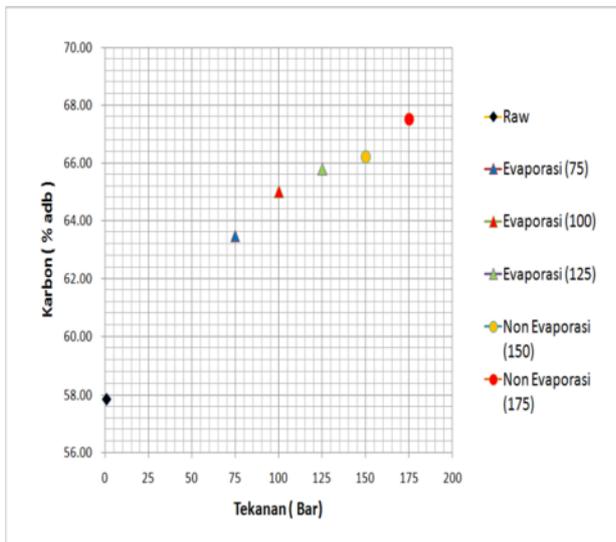
Tekanan pada proses pengeringan batubara dengan perlakuan pemanasan bersama-sama air juga berpengaruh terhadap kandungan hydrogen didalam batubara, akan tetapi penurunannya tidak terlalu signifikan (Gambar 8). Pada kondisi *evaporasi* kandungan hydrogen menurun hingga 8,14%, sedangkan pada kondisi *non evaporasi* pada penelitian ini kandungan hydrogen menurun hingga 9,76%.

Kandungan karbon didalam batubara cenderung semakin meningkat dengan meningkatnya tekanan yang digunakan pada penelitian ini. Gambar 9 menunjukkan bahwa proses pengeringan dengan pemanasan bersama-sama air dapat meningkatkan kandungan karbon didalam batubara, baik pada kondisi *evaporasi* maupun *non evaporasi*. Pada kondisi *evaporasi*, kandungan karbon meningkat dari 57,86 %adb menjadi 65,78%adb, sedangkan pada kondisi *non evaporasi* kandungan

karbon meningkat menjadi 67,52%. Dengan demikian, perlakuan baik pada kondisi *non evaporasi* maupun *evaporasi*, dapat meningkatkan kandungan karbon pada batubara, akan tetapi perlakuan pada kondisi *non evaporasi* memberikan hasil yang lebih baik.



Gambar 8. Pengaruh Tekanan terhadap kandungan unsur hydrogen



Gambar 9. Pengaruh tekanan terhadap kandungan unsur karbon

Berdasarkan gambar 9, terlihat bahwa proses pengeringan dengan pemanasan bersama-sama air dapat meningkatkan kandungan karbon didalam batubara, baik pada kondisi *evaporasi* maupun *non evaporasi*. Pada kondisi *evaporasi*, kandungan karbon meningkat dari 57,86 %adb menjadi 65,78%adb, sedangkan pada

kondisi *non evaporasi* kandungan karbon meningkat menjadi 67,52%. Dengan demikian, perlakuan baik pada kondisi *non evaporasi* maupun *evaporasi*, dapat meningkatkan kandungan karbon pada batubara, akan tetapi perlakuan pada kondisi *non evaporasi* memberikan hasil yang lebih baik.

Salah satu kelebihan perlakuan pemanasan batubara dengan media air (pada kondisi *non evaporasi*) adalah produk hasil proses kokoh atau tidak mudah hancur. Hal ini dapat dilihat pada gambar 10. Perlakuan pada kondisi *evaporasi* juga menunjukkan hasil yang terlihat sama, yaitu batubara setelah proses tidak hancur/halus. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh tar batubara yang dihasilkan melapisi batubara sehingga batubara tidak mudah hancur. Tar batubara dapat melapisi batubara jika tidak terjadi penguapan yang berlebihan. Adanya penambahan air pada proses pengeringan ini diharapkan dapat mencegah penguapan tar batubara, sehingga tar dapat melapisi batubara.



Gambar 10. Batubara hasil proses pemanasan

KESIMPULAN

Perubahan tekanan pada perlakuan pemanasan batubara bersama-sama air pada kondisi *non evaporasi* (tekanan diatas 150 bar) dan pada kondisi *evaporasi* (dibawah 150 bar) dapat merubah karakteristik batubara. Akan tetapi kondisi *non evaporasi* memberikan hasil yang lebih baik daripada perlakuan pada kondisi *evaporasi*. Pada penelitian ini, perlakuan pemanasan batubara bersama-sama air pada kondisi *evaporasi* (tekanan di bawah 150 bar) dapat menurunkan kandungan *moisture* hingga 57,16%, sedangkan pada kondisi *non evaporasi*, kandungan *moisture* turun hingga sebesar 68,69%. Nilai kalori pada kondisi *evaporasi* (125 bar) meningkat sampai dengan 16,89%, sedangkan pada kondisi *non*

evaporasi (175 bar) meningkat sebesar 21,34%. Kandungan zat terbang pada perlakuan kondisi *evaporasi* dapat menurun dari 41,40% adb menjadi 37,69%adb, sedangkan pada kondisi *non evaporasi*, zat terbang turun menjadi 36,4%adb. Kandungan karbon tertambat pada kondisi *evaporasi* meningkat dari 41,53%adb menjadi 51,58%adb, sedangkan pada kondisi *non evaporasi*, kandungan karbon tertambat meningkat menjadi 54,34%. Kandungan oksigen pada kondisi *evaporasi* turun sampai dengan 25,81%, sedangkan pada kondisi *non evaporasi* turun sampai dengan 30,84%. Kandungan hydrogen pada kondisi *evaporasi* menurun hingga 8,13%, sedangkan pada kondisi *non evaporasi* turun hingga 9,76%. Kandungan karbon pada kondisi *evaporasi* dapat meningkat dari 57,86%adb hingga menjadi 65,78% adb, sedangkan pada kondisi *non evaporasi*, kandungan karbon meningkat hingga menjadi 67,52%adb. Adanya peningkatan tekanan baik pada kondisi *evaporasi* dan *non evaporasi* juga menurunkan sifat reaktifitas batubara.

DAFTAR PUSTAKA

- Arbi, Y. (2006). Buku Pegangan Rb's Tentang Kualitas Batubara. ATC Course Material.Bandung.
- Berkowitz, N. (1985). The Chemistry of Coal. Coal Science and Technology, 7. Elsevier
- Imambudiraharjo-Teknologi Pengeringan Lignite (2011) (imambudiraharjo.wordpress.com). diakses November 2014
- Lutfi, A dkk (2013). Pengeringan Low Rank Coal Dengan Menggunakan Metode Tanpa Kehadiran Oksigen. Jurnal Teknik Pomits Vol 2.No.2
- Mursito, A.T., Hirajima, T., Sasaki, K. (2010). Upgrading and Dewatering of Raw Tropical Peat by Hydrothermal Treatment. Fuel, **89** : 635-641
- Sakaguchi, M., Laursen, K., Nakagawa, H., Miura, K. (2008). Hydrothermal upgrading of Loy Yang Brown coal — Effect of Upgrading Conditions on The Characteristics of The Products. Fuel Processing Technology, **89** : 391-396.
- Umar, D.F. (2010). Pengaruh Proses Upgrading Terhadap Kualitas Batubara Bunyu Kalimantan Selatan. Seminar Rekayasa dan Proses. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro : D-0-31 – D-0-11.
- Y.B.Ningsih (2014). Pengaruh Temperatur Terhadap karakteristik Batubara Pada Proses Hydrothermal. Seminar Avoer 6,Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya