

## Pengaruh Pendinginan Pada Suhu Beku Air Dan Suhu Nitrogen Cair Terhadap Kualitas Batubara Pasir Bendera, Lebak, Banten

Oleh: Harijanto Soetjijo<sup>1</sup>  
(Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI).

ABSTRAKS Percobaan pendinginan batubara pada suhu beku air dan suhu nitrogen cair telah dilakukan pada skala laboratorium. Hasil percobaan memperlihatkan bahwa kualitas batubara dari daerah Pasir Bendera, Lebak, Banten, setelah mengalami proses pendinginan pada suhu beku air mengalami perubahan. Hal serupa juga teramati pada batubara setelah proses pendinginan pada suhu nitrogen cair. Hasil analisa proksimat dari batubara setelah proses pendinginan memperlihatkan bahwa kandungan abu menurun, kandungan zat terbang dan karbon terikat mengalami kenaikan demikian pula nilai kalorinya mengalami kenaikan pula.

Hal tersebut diatas juga didukung oleh kondisi permukaan batubara yang teramati pada hasil Scanning Electron Microscope. Perbandingan kondisi permukaan batubara menunjukkan bahwa setelah mengalami proses pendinginan terjadi perubahan pada kondisi permukaan batubara. Permukaan batubara tampak lebih kotor yang disebabkan oleh penyebaran pecahan butiran batubara atau mineral /clay. Perubahan permukaan oleh adanya butiran kecil batubara/mineral tersebut diperkirakan merupakan dampak dari terjadinya keretakan atau rekahan baru akibat pendinginan yang terjadi selama proses berlangsung.

### PENDAHULUAN

Indonesia memiliki sumberdaya batubara dengan jumlah sekitar 57,8 milyar ton dengan penyebaran sumber daya batubara terpusat di pulau Kalimantan (53%) dan pulau Sumatera (45%), sementara sisanya tersebar di pulau Jawa, Sulawesi dan Papua. Cadangan terbukti batubara Indonesia adalah sekitar 7 milyar ton yang sebagian besar terdiri dari batubara berperingkat rendah yaitu lignit sebesar 49% dan sub bituminous sebesar 26%. Berdasarkan fakta tersebut maka Puslit Geoteknologi LIPI sebagai salah satu lembaga riset di Indonesia berpandangan bahwa penelitian untuk meningkatkan kualitas batubara berperingkat rendah tersebut perlu dilakukan. Salah satu bagian dari studi peningkatan kualitas batubara ditujukan untuk meneliti pengaruh dari pendinginan batubara pada suhu yang berbeda yaitu suhu beku air dan suhu nitrogen cair (sekitar -196°C) dan data yang diperoleh dari percobaan tersebut dibahas dalam tulisan ini.

### METODE PENELITIAN

Percobaan dilaboratorium yang dilakukan bertujuan menghasilkan data pengaruh dari pendinginan yang dilakukan pada suhu yang berlainan (suhu beku air dan nitrogen cair) terhadap kualitas batubara. Hasil percobaan yang berupa conto batubara dianalisa dengan berbagai cara yaitu antara lain dengan melakukan analisa proksimat; analisa SEM dll.

Pelaksanaan eksperimen: terdapat 8 buah percobaan pendinginan pada suhu beku air (percobaan no 1 sampai dengan no 8) dan pada suhu nitrogen cair terdapat 14 buah percobaan (percobaan no 9 sampai dengan no 22).

### HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian telah dirangkum dalam Tabel 1 dan Tabel 2 berikut ini.

Tabel 1: Hasil analisa proksimat terhadap batubara setelah proses pendinginan pada suhu beku air (percobaan no1 s/d no8)

No	Besar butir (mesh)	Waktu proses (jam)	Hasil analisa proksimat (%)				Nilai kalori (kal/gr)
			Air	abu	zat terbang	karbon	
0	-3+7	0	4.50	35.11	25.88	34.51	4308
1	-3+7	48	5.35	28.48	28.65	37.52	4890
2	-3+7	48	3.51	28.41	29.44	38.64	5018
3	-3+7	48	4.37	24.66	30.75	40.22	5314
4	-3+7	48	3.92	30.15	28.12	37.81	4888
5	-7+10	48	5.30	29.51	28.33	36.86	4802
6	-7+10	48	3.84	31.39	27.75	37.02	4727
7	-7+10	48	4.17	30.88	27.53	37.42	4654
8	-7+10	48	4.09	30.92	28.06	36.93	4752

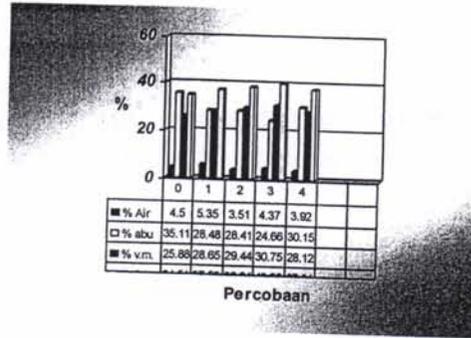
Tabel 2: Hasil analisa proksimat terhadap batubara setelah proses pendinginan pada suhu nitrogen cair (percobaan no 9 s/d no 22)

No	Besar butir (mesh)	Waktu proses (jam)	Hasil analisa proksimat (%)				Nilai kalor (kal/gr)
			Air	abu	zat terbang	karbon	
0	-3+7	0	4.50	35.11	25.88	34.51	4308
9	-3+7	0.5	5.36	24.06	31.19	39.39	4822
10	-3+7	0.5	3.76	28.84	29.31	38.09	4982
11	-3+7	1.0	5.59	22.91	31.61	39.89	5428
12	-3+7	1.0	4.01	26.05	30.14	39.80	5175
13	-3+7	1.5	5.23	28.92	28.22	37.63	4819
14	-3+7	1.5	3.40	27.19	30.17	39.24	5110
15	-3+7	24	5.29	30.07	27.85	36.79	4763
16	-7+10	0.5	5.50	30.47	27.55	36.48	4649
17	-7+10	0.5	4.10	31.33	27.97	36.60	4683
18	-7+10	1.0	5.54	28.95	28.41	37.10	4834
19	-7+10	1.0	3.75	29.70	28.80	37.75	4845
20	-7+10	1.5	5.54	30.84	27.52	36.10	4656
21	-7+10	1.5	3.70	30.49	28.34	37.47	4822
22	-7+10	24	5.37	30.33	27.83	36.47	4754

## PEMBAHASAN

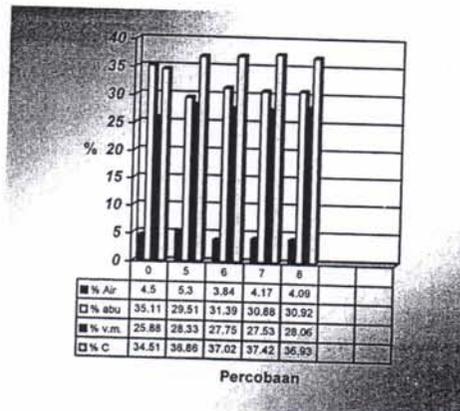
### Proses pendinginan batubara pada suhu beku air.

Perubahan komposisi yang teramati adalah sebagai berikut: hasil proses pendinginan pada suhu beku air menunjukkan bahwa kandungan abu mengalami penurunan dari 35,11% menjadi (24,66-30,15)% dan (29,51-31,39)%; kandungan zat terbang mengalami kenaikan dari 25,88% menjadi (28,12-30,75)% dan (27,53-28,33)%; dan kandungan karbon terikat juga meningkat dari 34,51% menjadi (37,52-40,22)% dan (36,86-37,42)% serta nilai kalorinya meningkat dari 4308 kal/gr menjadi (4888-5314) kal/gr dan (4654-4802) kal/gr untuk ukuran batubara (-3+7) mesh dan (-7+10) mesh berturut-turut.



Gambar 1. Grafik perubahan kandungan air, abu, zat terbang dan karbon terikat dari conto batubara berukuran (-3+7) mesh hasil percobaan no 1 sampai no 4.

Memperlihatkan perubahan kandungan air; abu; zat terbang dan karbon terikat yang teramati pada conto batubara berukuran (-3+7) mesh setelah mengalami proses pendinginan pada suhu beku air.

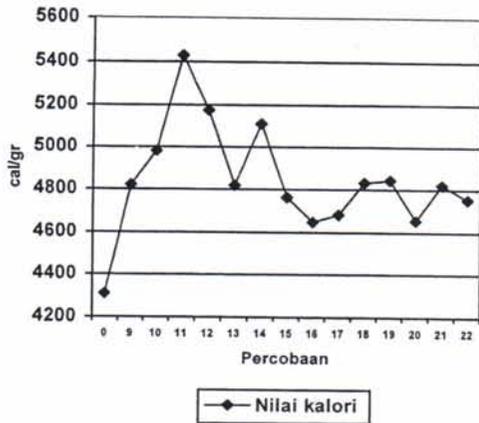


Gambar 2. Grafik perubahan kandungan air, abu, zat terbang dan karbon terikat dari conto batubara berukuran (-7+10) mesh hasil percobaan no 5 sampai no 8.

Memperlihatkan perubahan kandungan air; abu; zat terbang dan karbon terikat yang teramati pada conto batubara berukuran (-7+10) mesh setelah mengalami proses pendinginan pada suhu beku air. Perubahan nilai kalori dari batubara yang mengalami proses pendinginan pada suhu beku air dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.

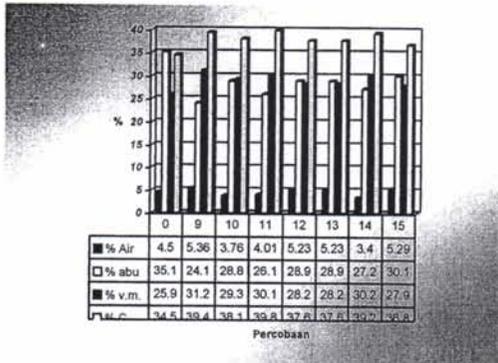
### Proses pendinginan batubara pada suhu nitrogen cair

Untuk proses pendinginan pada suhu nitrogen cair perubahan yang teramati adalah sebagai berikut:



Gambar 3: Grafik perubahan nilai kalori batubara hasil percobaan no 1 s/d no 8

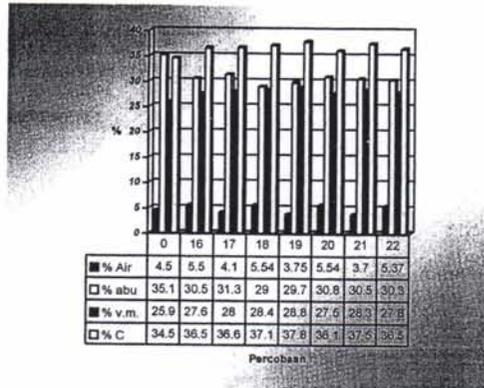
kandungan abu menurun dari 35,11% menjadi (22,91-30,07)% dan (28,95-31,33)%; kandungan zat terbang meningkat dari 25,88% menjadi (27,85-31,61)% dan (27,52-28,41)%; kandungan karbon terikat mengalami kenaikan dari 34,51% menjadi (36,79-39,89)% dan (36,10-37,75)% serta nilai kalorinya meningkat dari 4308 kal/gr menjadi (4763-5428) kal/gr dan (4649-4845) kal/gr untuk ukuran batubara (-3+7) mesh dan (-7+10) mesh berturut-turut.



Gambar 4. Grafik perubahan kandungan air, abu, zat terbang dan karbon terikat dari conto batubara berukuran (-3+7) mesh hasil percobaan no 9 sampai no 15.

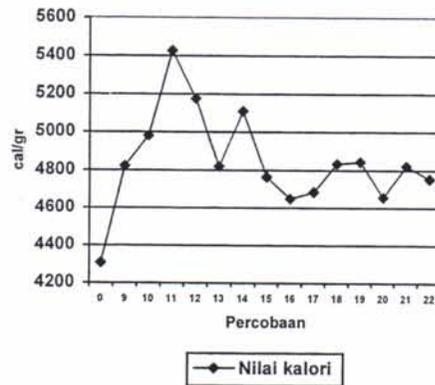
Memperlihatkan perubahan kandungan air; abu; zat terbang dan karbon terikat yang teramati pada conto

batubara berukuran (-3+7) mesh setelah mengalami proses pendinginan pada suhu nitrogen cair.



Gambar 5. Grafik perubahan kandungan air, abu, zat terbang dan karbon terikat dari conto batubara berukuran (-7+10) mesh hasil percobaan no 16 sampai no 22.

Memperlihatkan perubahan kandungan air; abu; zat terbang dan karbon terikat yang teramati pada conto batubara berukuran (-7+10) mesh setelah mengalami proses pendinginan pada suhu nitrogen cair. Perubahan nilai kalori dari batubara yang mengalami proses pendinginan pada suhu nitrogen cair dapat dilihat pada Gambar 6 berikut.



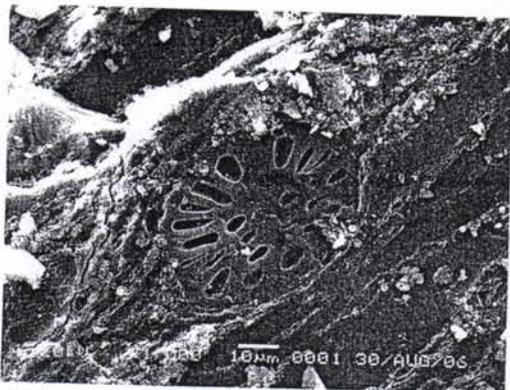
Gambar 6: Grafik perubahan nilai kalori batubara hasil percobaan no 9 s/d no 22

Hasil proses pendinginan berdasarkan gambaran Scanning Electronic Microscope

Dilain pihak hasil yang teramati berdasarkan perubahan kandungan air; abu; zat terbang dan karbon terikat didukung pula oleh hasil pengamatan

pada permukaan batubara sebelum dan sesudah mengalami proses pendinginan. Perubahan pada kualitas batubara juga dapat dilihat dari hasil Scanning Electronic Microscope terhadap conto batubara sebelum dan sesudah proses.

Gambar 7 memperlihatkan kondisi permukaan batubara sebelum proses.



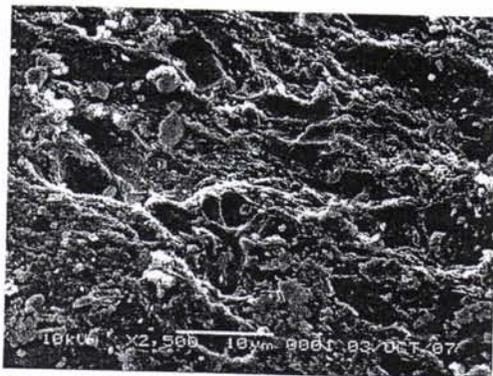
Gambar 7. Permukaan batubara (-7+10) mesh sebelum diproses. (1000X)



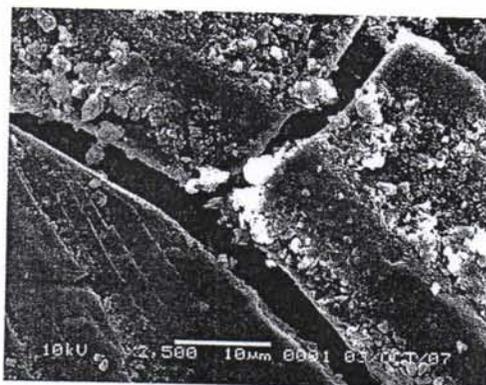
Gambar 8. Permukaan batubara (-3+7) mesh setelah pendinginan suhu beku air selama 48 jam (2000X). Percobaan no 3.

Gambar 8 memperlihatkan kondisi permukaan batubara berukuran (-3+7) mesh setelah proses pendinginan pada suhu beku air selama 48 jam (perbesaran 2000X) yang merupakan hasil dari percobaan no 3. Gambar 9 menunjukkan gambaran dari permukaan batubara berukuran (-7+10) mesh setelah proses pendinginan pada suhu beku air selama 48 jam (perbesaran 2500X) yang diperoleh dari percobaan no 6. Gambar 10 memperlihatkan kondisi permukaan batubara berukuran (-7+10) mesh setelah proses pendinginan pada suhu beku air

selama 48 jam (perbesaran 2500X) yang diperoleh dari percobaan no 8. Gambar 11 memperlihatkan kondisi permukaan batubara berukuran (-3+7) mesh setelah proses pendinginan pada nitrogen cair selama 1 jam (perbesaran 2000X) yang diperoleh dari percobaan no 12.



Gambar 9. Permukaan batubara (-7+10) mesh setelah pendinginan suhu beku air 48 jam (2500X). Percobaan no 6.



Gambar 10: Permukaan batubara (-7+10) mesh setelah pendinginan suhu beku air 48 jam (2500X). Percobaan no 8.

Gambar 12 memperlihatkan kondisi permukaan batubara berukuran (-7+10) mesh setelah proses pendinginan pada nitrogen cair selama 0,5 jam (perbesaran 2500X) yang diperoleh dari percobaan no 16. Gambar 13 memperlihatkan kondisi permukaan batubara berukuran (-7+10) mesh setelah proses pendinginan pada nitrogen cair selama 1 jam (perbesaran 2000X) yang diperoleh dari percobaan no 18. Gambar 14 memperlihatkan kondisi permukaan batubara berukuran (-7+10) mesh setelah proses pendinginan pada nitrogen cair selama 1,5 jam (perbesaran 2000X). Percobaan no 21.



Gambar 11: Permukaan batubara (-3+7) mesh setelah pendinginan nitrogen cair 1 jam (2000X). Percobaan no 12.



Gambar 14: Permukaan batubara (-7+10) mesh setelah pendinginan nitrogen cair 1,5 jam (2000X). Percobaan no 21.



Gambar 12: Permukaan batubara (-7+10) mesh setelah pendinginan nitrogen cair 0,5 jam (2500X). Percobaan no 16.



Gambar 13: Permukaan batubara (-7+10) mesh setelah pendinginan nitrogen cair 1 jam (2000X). Percobaan no 18.

Pada dasarnya perbandingan kondisi permukaan batubara yang tampak pada gambar-gambar tersebut khususnya dari permukaan batubara sebelum pendinginan dengan sesudah pendinginan menunjukkan bahwa proses pendinginan menyebabkan terjadinya perubahan pada kondisi permukaan batubara. Perbedaan yang teramati memperlihatkan bahwa setelah mengalami proses pendinginan permukaan batubara memperlihatkan terjadinya pengotoran karena adanya butiran clay dan pecahan kecil batubara yang tersebar hampir diseluruh permukaan batubara. Kotoran atau pecahan kecil dipermukaan batubara tersebut diperkirakan merupakan sisa dari badan batubara yang mengalami keretakan dan menjadi rusak atau rapuh. Hal ini didukung pula oleh adanya penambahan jumlah retakan pada permukaan batubara. Berdasarkan hasil pembahasan diatas dapat dikatakan bahwa terjadinya perubahan kualitas batubara sudah teramati meskipun intensitas perubahan masih berfluktuasi.

## KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa batubara setelah mengalami proses pendinginan pada suhu beku air mengalami perubahan dan mempengaruhi kualitas batubara. Hal serupa juga teramati pada batubara setelah proses pendinginan pada suhu nitrogen cair. Hasil analisa proksimat dari batubara setelah proses pendinginan memperlihatkan bahwa kandungan abu menurun, sedangkan kandungan zat terbang dan karbon terikat mengalami kenaikan demikian pula nilai kalorinya mengalami kenaikan pula. Fluktuasi angka penurunan dan kenaikan memang terjadi dan diperkirakan fluktuasi tersebut dipengaruhi oleh

berbagai faktor seperti jenis batubara, waktu percobaan dll.

Kondisi diatas juga didukung oleh kondisi permukaan batubara yang teramati pada hasil Scanning Electron Microscope. Perbandingan kondisi permukaan batubara yang tampak dari hasil Scanning Electron Microscope tersebut menunjukkan bahwa proses pendinginan menyebabkan perubahan pada kondisi permukaan batubara. Setelah mengalami proses pendinginan, permukaan batubara tampak lebih kotor yang disebabkan oleh penyebaran pecahan butiran batubara atau mineral tertentu /clay. Pengotoran permukaan batubara oleh butiran mineral tersebut diperkirakan merupakan dampak dari terjadinyakeretakan atau rekahan baru akibat pendinginan yang terjadi selama proses berlangsung. Retakan atau rekahan ini menyebabkan ada bagian badan batubara rusak dan pecah menjadi butiran yang lebih kecil dan tersebar dipermukaan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral, 2005, Blue Print Pengelolaan Energi Nasional 2005-2025
- Howard S., Werner G.J., 1976. Coal Conversion Technology. Noyes Data Corporation.
- Van Krevelen, D.W., 1961. Coal: Typology, chemistry and physics, Elsevier.
- Lowry H.H.,(ed), 1963. Chemistry of Coal Utilization, Supplementary Volume, Wiley.
- Nail S.L., Jiang S., Chongprasert S., Knopp S.A., 2002. Fundamental of Freeze-Drying, Phram Biotechnol; 14, 281-360.
- Pitt G.J., Milward G.R., 1979. Coal and Modern Processing, Academic Press.
- Subroto, Mantan Mentaben dan Sekjen OPEC, 2005. Majalah Tambang, September 2005.