

# UPAYA PENINGKATAN NILAI KALOR BATUBARA SUB BITUMINUS MELALUI PENURUNAN KADAR LENGAS (*MOISTURE*) MENGGUNAKAN *OVEN CONVEYOR* SEBELUM DITERIMA OLEH KONSUMEN

## *EFFORTS TO INCREASE THE HEAT VALUE OF COAL SUB BITUMINUS THROUGH REDUCING MOISTURE USING THE OVEN CONVEYOR BEFORE RECEIVING BY CONSUMERS*

**Thoufiq Ridhowan\*<sup>1</sup>, Fadarina, Muhammad Taufik**

<sup>1</sup>(Teknologi Kimia Industri / Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya)

Jl. Srijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139, +62711353414 / +62711355918

e-mail :<sup>1</sup>tridhowan@yahoo.co.id

### ABSTRACT

*Coal with a high moisture content and low calorific value is usually classified as low rank coal. Improving the quality of coal can be done by reducing the water content which will increase the calorific value. The technology used to improve the quality of coal, one of which is using a conveyor oven before the coal is received by consumers or used by the industry. The amount of water that evaporates can be influenced by the length of the conveyor, the speed of the conveyor and the temperature used. The experiment was carried out on a laboratory scale using samples of coal that were dried in a rack-type oven that had been modified to resemble a conveyor oven. Furthermore, the coal samples were analyzed for Total Moisture and Calorific Value. Optimal drying on a laboratory scale to obtain a total water reduction of 2.2% (Ar) and an increase in heating value of 179 Cal/g (Ar) is at a drying temperature of 270 °C for 90 seconds.*

*Key words : Coal Drying, Conveyor Oven, Total Moisture, Calorific Value*

## 1. PENDAHULUAN

Perjanjian jual beli batubara merupakan perjanjian kerjasama dalam hal jual beli yang diadakan oleh produsen dan konsumen. Isi perjanjian jual beli batubara antara lain dapat berisi jumlah, harga dan kualitas batubara yang harus dipenuhi. Persyaratan kualitas di dalam perjanjian jual beli batubara umumnya yang harus dipenuhi seperti kandungan air total dan nilai kalor batubara yang dipasok ke konsumen.

Isi perjanjian jual beli batubara antara produsen dan konsumen yang disepakati antara lain tonase, kualitas, harga, jadwal penyerahan batubara dan lain-lain. Untuk syarat-syarat kualitas dapat dicontohkan pada Tabel 1.

**Tabel 1** Contoh Spesifikasi Kualitas di dalam Perjanjian Jual Beli Batubara

Parameter	Nilai
<i>Total Moisture (As Received)</i>	28,00 %
<i>Gross Calorific Value (As Received)</i>	5.000 Kal/g

Sumber : Perjanjian Jual Beli Batubara untuk PLTU Bukit Asam

Penyesuaian tonase bila nilai Total Moisture melebihi kesepakatan diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Pengurangan tonase batubara (A)} \\ = \text{Jumlah Tonase (MT)} \times \frac{(TM_{\text{hasil Analisis}} - TM_{\text{Kontrak}})}{100} \quad (1)$$

Tonase Batubara setelah dikurangi akibat pengaruh dari kandungan air total (TM) adalah :

$$B \text{ (Ton)} = \text{Jumlah Tonase hasil pengukuran} - A \quad (2)$$

Penyesuaian harga Batubara Akibat pengaruh nilai kalor batubara (C)

$$= \text{Harga (kontrak)} \times \frac{GCV(\text{hasil Analisis})}{GCV(\text{Kontrak})} \quad (3)$$

Sehingga harga batubara dari produsen ke konsumen merupakan perkalian tonase batubara (B) dengan harga batubara (C).

Dalam memasok batubara ke konsumen kadangkala persyaratan kualitas kandungan air total dan nilai kalor batubara tidak dapat dipenuhi, sehingga perlu dilakukan upaya peningkatan kualitas agar dapat memenuhi spesifikasi yang terdapat di dalam perjanjian jual beli batubara

Metode yang digunakan dalam peningkatan kualitas (*upgrading*) dari batubara adalah metode blending dan bisa juga dilakukan dengan pengeringan. Pengeringan batubara (*coal drying*) bertujuan untuk menghilangkan atau menurunkan kadar air yang terkandung pada batubara, sehingga dengan berkurangnya kandungan air total ini mampu meningkatkan nilai kalor dari batubara.

Teknologi peningkatan kualitas yang dimaksud ditujukan untuk menaikkan nilai kalor dari batubara dengan cara menghilangkan kadar air yang terkandung dalam batubara (Al Baaqy dkk, 2013). Secara

konvensional pengeringan batubara dilakukan dengan

cara memanaskan batubara atau mengkontakan media kering yang telah dipanaskan dengan batubara sehingga mampu menguapkan kandungan air yang terdapat dalam batubara (Al Baaqy dkk, 2013).

Perhitungan Kadar Air Batubara dilakukan perhitungan persentase penurunan kadar air batubara menggunakan rumus :

$$= \frac{(\text{Massa sebelum pemanasan} - \text{Massa sesudah pemanasan})}{(\text{Massa sebelum pemanasan})} \times 100\% \quad (4)$$

(Husain dkk, 2021).

Jenis-jenis alat pengering yang dapat digunakan untuk pengeringan bahan adalah :

1. Pengering Putar (*Rotary Dryer*) : sebuah selongsong berbentuk silinder yang berputar, horisontal atau gerak miring ke bawah ke arah luar. Umpan masuk dari satu ujung silinder, bahan kering keluar dari ujung yang satu lagi.
2. Pengering konveyor : unggun bahan yang akan dikeringkan diangkat perlahan-lahan di atas logam melalui kamar atau terowongan pengering yang mempunyai kipas dan pemanas udara.
3. Pengering Menara : sederetan talam bundar yang dipasang bersusun ke atas pada suatu poros tengah yang berputar. Zat padat itu menempuh jalan seperti melalui pengering, sampai keluar sebagian hasil yang kering dari dasar menara.
4. Pengering Tipe Rak : mempunyai bentuk persegi dan di dalamnya berisi rak-rak, dan digunakan sebagai tempat bahan yang akan dikeringkan.

Alat *oven* yang akan digunakan untuk pengeringan batubara pada penelitian ini harus memenuhi kriteria :

1. Dapat menurunkan kandungan air di dalam batubara.
2. Tidak menghambat/ memperlambat proses pengiriman batubara ke konsumen.
3. Tidak terdapat perubahan parameter kualitas yang berdampak merugikan perusahaan.
4. Menguntungkan secara teknis dan ekonomis .

Berdasarkan persyaratan tersebut, perbaikan kualitas batubara dapat menggunakan pengering konveyor (*oven conveyor*) sebelum batubara diterima oleh pelanggan atau digunakan oleh Industri dengan mengurangi air total minimal 2 % (ar) untuk meningkatkan nilai kalor batubara sub bituminus minimal 100 Kal/g (ar) .

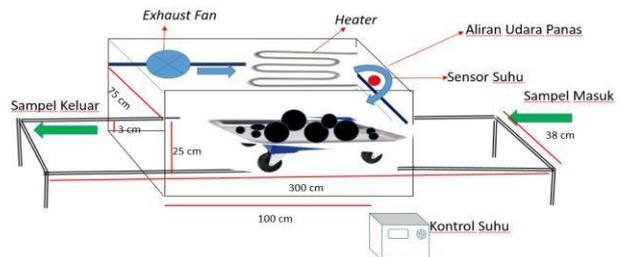
Proses pengeringan ini menggunakan sampel batubara seberat 5 kg yang dialirkan udara panas *oven* pada suhu 100 °C, 200 °C, dan 270 °C dengan waktu 60 detik dan 90 detik dengan maksud menghilangkan kandungan *free moisture* yang terdapat pada batubara.

## 2. METODE

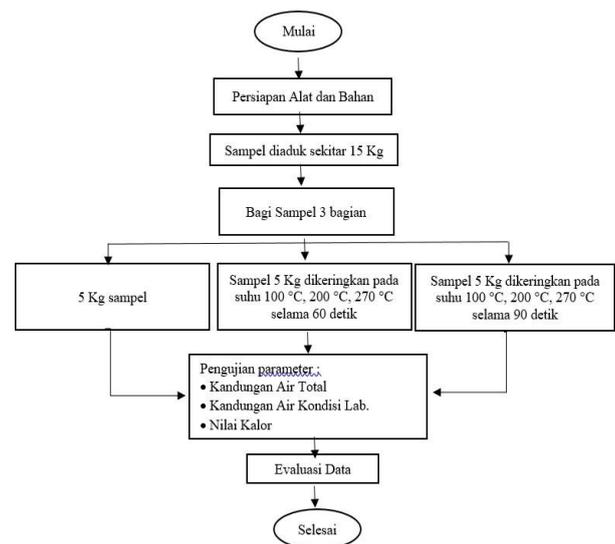
Penelitian diawali dengan studi pustaka dan pencarian referensi, menentukan metode yang akan digunakan. Berdasarkan hal tersebut dilakukan penyusunan program kerja, kemudian dilakukan persiapan peralatan, bahan, personel, memodifikasi *oven* tipe rak menjadi *oven* yang menyerupai *oven conveyor*

dan melakukan percobaan serta pengujian sampel. Setelah data hasil pengujian kandungan air total dan nilai kalor yang diperoleh dilakukan evaluasi untuk mengetahui suhu dan waktu yang optimal pada proses pengeringan batubara ini.

*Oven* tipe rak yang sudah dimodifikasi menjadi *oven* yang menyerupai *oven conveyor* dan proses pengeringan sampel batubara dapat dideksripsikan sesuai Gambar 1. Sedangkan prosedur pelaksanaan kegiatan dideksripsikan sesuai diagram alir pada Gambar 2.



**Gambar 1** Gambar Tiga Dimensi *Oven* dan Proses Pengeringan Sampel Batubara



**Gambar 2** Diagram Alir Percobaan Skala Laboratorium

Pengumpulan data hasil percobaan diperoleh dari pemanasan batubara dengan sistem mengalirkan udara panas ke dalam ruang pengeringan dimana sumber panas berasal dari elemen yang dipanaskan dengan menggunakan *exhaust fan*. Suhu panas yang dialirkan dibuat tiga variable yaitu 100 °C, 200 °C, dan 270 °C dengan waktu 60 detik dan 90 detik. Sampel batubara sebelum dan setelah dikeringkan dilakukan pengujian untuk memperoleh kandungan air total dan nilai kalor dalam basis *As Received* (ar). Data hasil percobaan dilakukan analisis data untuk mendapatkan suhu dan waktu pengeringan yang optimal.

*Oven* yang digunakan untuk percobaan skala Laboratorium terdiri dari beberapa komponen dan memiliki fungsi yaitu :

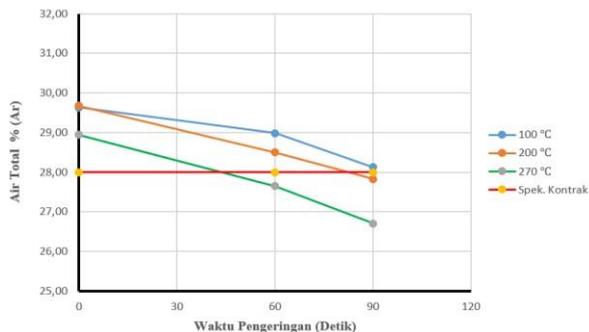
1. *Heater* : komponen yang digunakan sebagai penghasil energi panas untuk memanaskan sampel batubara.

2. Ruang pemanasan : tempat terjadinya proses pengeringan sampel batubara.
3. Kontrol Suhu : komponen yang digunakan untuk mengatur suhu operasi dan menampilkan pengukuran suhu di dalam ruang pemanasan.
4. Sensor Suhu adalah komponen yang digunakan untuk mengetahui suhu operasi dari proses yang sedang dijalankan.
5. *Exhaust Fan* : komponen yang digunakan untuk mendorong udara panas ke dalam ruang pemanas.
6. *Nampan dan Trolley* : komponen-komponen yang digunakan untuk membawa sampel batubara yang akan dipanaskan ke dalam ruang pemanasan.
7. *Rel Trolley* : komponen yang digunakan sebagai landasan tempat melajunya *trolley*.
8. *Plain Trolley* : komponen yang digunakan untuk menarik dan memindahkan *trolley*.
9. *Timer* : komponen yang digunakan untuk mengatur waktu proses pemanasan sampel di dalam ruang pemanasan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

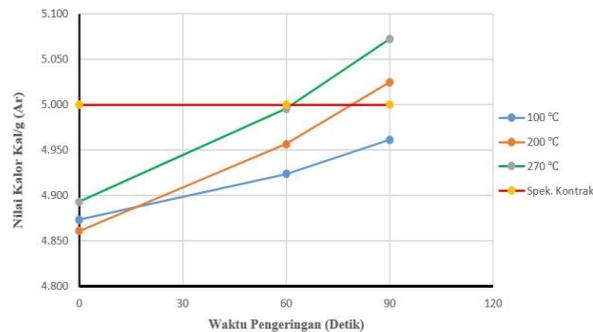
Dalam penelitian ini menggunakan batubara sub bituminus yang dikeringkan pada temperatur dan waktu yang berbeda-beda dengan menggunakan *oven* type rak yang dimodifikasi menyerupai *oven conveyor*. Hasil pengeringan sampel batubara dilakukan pengamatan melalui parameter kandungan air total dan nilai kalor batubara dalam basis *As Received* (ar).

Pengamatan yang diperoleh berdasarkan percobaan pengeringan sampel batubara diperoleh data sebagaimana Gambar 3 dan 4.



**Gambar 3** Penurunan Air Total Batubara pada Suhu Pemanasan 100 °C, 200 °C, dan 270 °C

Berdasarkan Gambar 3, air total yang terkandung dalam batubara akan menguap lebih besar dengan semakin tingginya temperatur dan semakin lamanya waktu pemanasan. Hasil penelitian Proses *coal drying* ini memanfaatkan pemanasan dengan suhu yang berada di atas titik uap air seperti 100 °C, 150 °C, dan 200 °C dengan maksud menghilangkan kandungan *free moisture* dan *inherent moisture* yang terdapat pada pori-pori batubara yang di panaskan (Ramdani dkk, 2018)



**Gambar 4** Kenaikan Nilai Kalor Batubara pada Suhu Pemanasan 100 °C, 200 °C, dan 270 °C

Berdasarkan Gambar 4, Nilai kalor batubara akan meningkat dengan semakin tingginya temperatur dan semakin lamanya waktu pemanasan, hal ini karena berkurangnya kandungan air total di dalam batubara.

Spesifikasi batubara di dalam kontrak jual beli pada Gambar 3 dan 4 mempunyai nilai kandungan air total maksimum 28,00 % (ar) dan nilai kalor 5.000 Kal/g (ar). Sehingga dengan adanya proses pengeringan diharapkan batubara dapat memenuhi spesifikasi yang ditetapkan dalam kontrak (perjanjian jual beli batubara).

Rata-rata penurunan kandungan air total dan kenaikan nilai kalor dari hasil uji coba skala Laboratorium, diperoleh data-data sesuai Tabel 2.

**Tabel 2.** Rata-Rata Penurunan Kandungan Air Total dan Kenaikan Nilai Kalor

Suhu Pengerian (°C)	Waktu Pengerian (detik)	% TM (AR)	Kal/g GCV (AR)
100	60	0,6	50
	90	1,5	88
200	60	1,2	96
	90	1,9	164
270	60	1,3	102
	90	2,2	179

Data-data hasil percobaan skala Laboratorium pada Tabel 2 menunjukkan nilai penurunan kandungan air total dan kenaikan nilai kalor batubara akibat dari proses pengeringan pada temperatur dengan waktu yang berbeda.

Dalam penelitian ini dilakukan juga uji coba, pengaruh akibat pemanasan pada suhu 200 °C dan 270 °C terhadap parameter lain. Hasil pengujian diperoleh sesuai Tabel 3.

**Tabel 3** Hasil Pengujian Batubara Setelah Proses Pengeringan Tanggal 27/02/2022

NO	Identitas Sampel	Ash % (db)	VM % (db)	TS % (db)	Suhu & Waktu Pengerian
1	UC 9	3,21	49,88	0,05	Tdk dikeringkan
2	UC 9.1	3,10	49,23	0,04	200°C, 90 menit
3	UC 9.2	3,14	49,09	0,04	270°C, 90 menit
Rata-Rata		3,15	49,40	0,04	

Hasil pengujian tersebut menunjukkan parameter abu, zat terbang dan total sulfur setelah batubara dikeringkan pada suhu 200 °C dan 270 °C tidak mengalami perubahan (masih memenuhi toleransi) sesuai Tabel 4.

**Tabel 4** Toleransi Hasil Analisis Abu, Zat Terbang dan Total Sulfur

Parameter	Hasil Analisis	Toleransi (Metode BS/ISO)	Keterangan
Ash	Maks. Perbedaan 0,11 %	0,3 % (Absolute)	Memenuhi Toleransi
VM	Maks. Perbedaan 0,48 % dari rata-rata	4,0 % dari rata-rata = 1,98 %	Memenuhi Toleransi
TS	Perbedaan = 0,01 %	0,02 % + 0,09 X = 0,023 %	Memenuhi Toleransi

Penyesuaian tonase batubara berdasarkan data-data hasil pengujian nilai kandungan air total batubara

yang melebihi spesifikasi kontrak dapat dihitung dengan mengacu pada perjanjian jual beli batubara. Apabila realisasi tonase batubara yang dipasok ke PLTU sebesar 922.262 Ton dengan harga Rp. 561.252,-/Ton dapat dihitung sesuai Tabel 5,6 dan 7.

**Tabel 5** Penyesuaian Tonase Batubara dan Kehilangan Pendapatan terhadap Batubara yang Dikeringkan pada Suhu 100 °C

NO.	Waktu Pengeringan (Detik)	Nilai Aktual TM % ar (A)	Kontrak TM % ar (B)	Koreksi Tonase $C = (100-(A-B))/100$	Tonase /Tahun (D)	Penyesuaian Tonase (Ton) $F = C \times D$	Kontrak Harga Batubara, Rp/Ton (G)	Total Pendapatan Batubara (Rp./Tahun) $H = F \times G$	Kehilangan Pendapatan, Rp./Tahun $I = (D \times G) - H$
1	Kondisi Awal	29,63	28	0,9837	922.262	907.247,57	561.252	509.194.515.762	8.426.876.262
2	60	28,98	28	0,9902	922.262	913.205,39	561.252	512.538.349.954	5.083.042.070
3	90	28,12	28	0,9988	922.262	921.136,84	561.252	516.989.893.926	631.498.098

**Tabel 6** Penyesuaian Tonase Batubara dan Kehilangan Pendapatan terhadap Batubara yang Dikeringkan pada Suhu 200 °C

NO.	Waktu Pengeringan (Detik)	Nilai Aktual TM % ar (A)	Kontrak TM % ar (B)	Koreksi Tonase $C = (100-(A-B))/100$	Tonase /Tahun (D)	Penyesuaian Tonase (Ton) $F = C \times D$	Kontrak Harga Batubara, Rp/Ton (G)	Total Pendapatan Batubara (Rp./Tahun) $H = F \times G$	Kehilangan Pendapatan, Rp./Tahun $I = (D \times G) - H$
1	Kondisi Awal	29,68	28	0,9833	922.262	906.814,11	561.252	508.951.233.708	8.670.158.316
2	60	28,50	28	0,9950	922.262	917.627,63	561.252	515.020.344.529	2.601.047.495
3	90	27,83	28	< 28	922.262	922.262,00	561.252	517.621.392.024	0

**Tabel 7** Penyesuaian Tonase Batubara dan Kehilangan Pendapatan terhadap Batubara yang Dikeringkan pada Suhu 270°C

NO.	Waktu Pengeringan (Detik)	Nilai Aktual TM % ar (A)	Kontrak TM % ar (B)	Koreksi Tonase $C = (100-(A-B))/100$	Tonase /Tahun (D)	Penyesuaian Tonase (Ton) $F = C \times D$	Kontrak Harga Batubara, Rp/Ton (G)	Total Pendapatan Batubara (Rp./Tahun) $H = F \times G$	Kehilangan Pendapatan, Rp./Tahun $I = (D \times G) - H$
1	Kondisi Awal	28,94	28	0,9906	922.262	913.574,29	561.252	512.745.398.511	4.875.993.513
2	60	27,65	28	< 28	922.262	922.262,00	561.252	517.621.392.024	0
3	90	26,71	28	< 28	922.262	922.262,00	561.252	517.621.392.024	0

Nilai parameter total moisture yang lebih besar dari nilai kontrak akan mengurangi jumlah batubara yang diterima oleh pelanggan. Sebagai contoh pada Tabel 7, jumlah batubara terkirim 922.262 ton dengan TM = 28,94 % ar, jumlah batubara yang dinilai menjadi

913.574,29 ton, sehingga dapat berakibat kehilangan pendapatan Rp. 4.875.993.513,-. Sedangkan penyesuaian harga batubara berdasarkan data-data hasil pengujian nilai kalor batubara dapat dilihat pada Tabel 8, 9 dan 10.

**Tabel 8** Penyesuaian Harga terhadap Batubara yang Dikeringkan pada Suhu 100 °C

NO.	Waktu Pengeringan (Detik)	Nilai Kalor Aktual (A)	Kontrak Nilai Kalor (B)	Koreksi Harga $C = A/B$	Kontrak Harga Batubara, Rp./Ton (D)	Penyesuaian Harga, Rp./Ton $F = C \times D$	Tonase /Tahun (G)	Total Pendapatan Batubara, Rp./Tahun $H = D \times G$	Bonus/Penalti Rp./Tahun $I = H - (F \times G)$
1	Kondisi Awal	4.873	5.000	0,9747	561.252	547.051,46	922.262	504.524.776.872	-13.096.615.152,41
2	60	4.924	5.000	0,9848	561.252	552.714,08	922.262	509.747.192.086	-7.874.199.937,97
3	90	4.962	5.000	0,9923	561.252	556.948,20	922.262	513.652.164.228	-3.969.227.796,23

**Tabel 9** Penyesuaian Harga terhadap Batubara yang Dikeringkan pada Suhu 200 °C

NO.	Waktu Pengeringan (Detik)	Nilai Kalor Aktual (A)	Kontrak Nilai Kalor (B)	Koreksi Harga C= A/B	Kontrak Harga Batubara, Rp./Ton (D)	Penyesuaian Harga, Rp./Ton F= C x D	Tonase /Tahun (G)	Total Pendapatan Batubara, Rp./Tahun H= DxG	Bonus/Penalti Rp./Tahun I= H -(F x G)
1	Kondisi Awal	4.861	5.000	0,9723	561.252	545.681,30	922.262	503.261.123.950	-14.360.268.074,38
2	60	4.957	5.000	0,9914	561.252	556.406,99	922.262	513.153.027.309	-4.468.364.715,40
3	90	5.025	5.000	1,0050	561.252	564.070,46	922.262	520.220.749.974	2.599.357.949,76

**Tabel 10** Penyesuaian Harga terhadap Batubara yang Dikeringkan pada Suhu 270 °C

NO.	Waktu Pengeringan (Detik)	Nilai Kalor Aktual (A)	Kontrak Nilai Kalor (B)	Koreksi Harga C= A/B	Kontrak Harga Batubara, Rp./Ton (D)	Penyesuaian Harga, Rp./Ton F= C x D	Tonase /Tahun (G)	Total Pendapatan Batubara, Rp./Tahun H= DxG	Bonus/Penalti Rp./Tahun I= H -(F x G)
1	Kondisi Awal	4.893	5.000	0,9787	561.252	549.293,08	922.262	506.592.134.767	-11.029.257.256,71
2	60	4.996	5.000	0,9992	561.252	560.782,64	922.262	517.188.516.872	-432.875.151,60
3	90	5.073	5.000	1,0146	561.252	569.424,72	922.262	525.158.783.853	7.537.391.829,22

Pengeringan batubara dengan *oven conveyor* akan meningkatkan nilai kalor, sehingga dapat memberikan penambahan pendapatan perusahaan. Sebagai contoh Tabel 10, sebelum batubara dipanaskan pada suhu 270 °C nilai kalor 4.893 Kal/g, apabila nilai kalor < 5.000 Kal/g (di bawah spek kontrak), maka harga batubara dikurangi sebesar Rp.11.029.257.256,71,-. Setelah dilakukan pemanasan pada suhu 270 °C selama 90 detik diperoleh nilai kalor menjadi 5.073 Kal/g dan diperoleh penambahan pendapatan sebesar Rp. 7.537.391.829,22,-. Terdapat adanya hubungan antara nilai total air batubara terhadap nilai kalor dan harga batubara, dimana semakin rendah nilai total air batubara akan meningkatkan nilai kalor batubara dan juga harga batubara, begitu juga sebaliknya (Laksana dkk, 2019).

Penambahan harga jual batubara setiap 1 Kal/g dari nilai kontrak 5.000 Kal/g, dapat dihitung sebagai berikut :

- Harga Batubara  
= Harga (kontrak)  $\times \frac{GCV(\text{hasil Analisis})}{GCV(\text{Kontrak})}$
- Harga Batubara = Rp. 561.252/Ton  $\times \frac{5.001 \text{ Kal/g}}{5.000 \text{ Kal/g}}$   
= Rp. 561.364,25,-/Ton
- Penambahan harga jual batubara  
= Rp. 561.364,25,-/Ton – Rp. 561.252,-/Ton
- Penambahan harga jual batubara = Rp. 112,25,-/Ton

Peluang mendapatkan penambahan harga jual batubara dengan meningkatkan nilai kalor dari data hasil uji coba pengeringan diperoleh sesuai Tabel 11.

**Tabel 11** Penambahan Harga Jual Batubara Akibat Kenaikan Nilai Kalor Batubara

NO.	Suhu Pengeringan (°C)	Waktu Pengeringan (Detik)	Peningkatan Nilai Kalor (Kal/g)	Penambahan Harga (Rp./Ton)
1	200	90	164	18.409,06
2.	270	90	179	20.092,82

Berdasarkan Tabel 11, suhu pengeringan batubara semakin tinggi akan meningkatkan nilai kalor yang berdampak terhadap penambahan harga jual batubara.

Panjang *Oven Conveyor* yang dibutuhkan untuk meningkatkan nilai kalor batubara sub bituminus melalui proses pengeringan dapat dihitung berdasarkan data-data pengeringan pada suhu 200 °C dan 270 °C dengan waktu 90 detik, dengan variable tetap waktu pengeringan dan suhu pengeringan sedangkan variable bebasnya kecepatan aliran *conveyor* meter/detik dengan formula :

$$s = 90 \text{ detik} \times v \quad (5)$$

Dimana :

s = Panjang *Conveyor* (meter)

v= Kecepatan *Conveyor* (meter/detik)

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan untuk meningkatkan nilai kalor batubara sub bituminus melalui penurunan kadar lengas (*moisture*) menggunakan *oven conveyor* sebelum diterima oleh konsumen dapat disimpulkan :

1. Hasil percobaan skala laboratorium pengeringan sampel batubara dengan menggunakan alat *oven* yang dimodifikasi mendekati kondisi operasi *oven conveyor* diperoleh penurunan kandungan air total dan kenaikan nilai kalor yang optimal, yaitu :
  - Pengeringan sampel pada suhu 200 °C selama 90 detik diperoleh TM = 1,9 % (ar) dan GCV = 164 Kal/g (ar),
  - Pengeringan sampel pada suhu 270 °C selama 90 detik diperoleh TM = 2,2 % (ar) dan GCV = 179 Kal/g (ar).
2. Pengeringan sampel batubara pada suhu 200 °C dan 270 °C selama 90 detik tidak mempengaruhi perubahan parameter kualitas abu, zat terbang dan total sulfur di dalam batubara.
3. Waktu yang optimal pengeringan sampel adalah 90 detik pada uji skala laboratorium dan dapat juga digunakan untuk memperoleh panjang *conveyor* pada implementasi di lapangan.
4. Peluang penambahan harga jual batubara dapat diupayakan dengan meningkatkan parameter nilai kalor melalui proses pengeringan.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Al Baaqy, Arias, Rachimoellah, dan Tue Nenu, 2013. Pengeringan Low Rank Coal dengan Menggunakan Metode Pemanasan tanpa Kehadiran Oksigen . Surabaya : Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- British Standard (BS). 1016 : Part 1 : 1973. Total Moisture of Coal. Milton Keynes : British Standard Institution.*
- British Standard (BS) 1016 Part 104.1:1991. Analysis And Testing of Coal and Coke - Determination of Moisture Content of General Analysis Sample of Coal. Milton Keynes : British Standard Institution.*
- British Standard (BS). 1017 : Part 1 : 1989. Sampling of Coal and Coke. Milton Keynes : British Standard Institution.*
- British Standard- International Standard (BS ISO) 562:2010. Hard Coal and Coke - Determination of Volatile Matter Content. Geneva : British Standard Institution.*
- British Standard- International Standard (BS ISO) 1171:2010. Solid Mineral Fuels - Determination of Ash. Geneva : British Standard Institution.*
- British Standard- International Standard (BS ISO) 19579:2006. Solid Mineral Fuels – Determination of Sulfur by IR Spectrometry. Geneva : British Standard Institution.*
- Husain, Makhsum, Yani, 2021. Analisa Sistem Penurunan Kadar Air Batubara dengan Proses Pemanasan. Universitas Muslim Indonesia.
- International Standard ISO 1928:2020. Solid mineral fuels – Determination of Gross Calorific Value . Geneva : International Organization for Standardization.*
- Laksana, Tuheteru, Suliestyah, Hartami, Nas, Saliman, 2019. Kajian Pengaruh Perubahan Kadar Air Total Batubara terhadap Perubahan Nilai Kalor dan Harga Batubara, Jakarta : Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi, Universitas Trisakti.
- Perjanjian Jual Beli Batubara untuk PLTU Bukit Asam, 2014. Antara PT PLN (Persero) dan PT Bukit Asam (Persero), Tbk.
- Ramdani, Pulungan, Umar, 2018. *Upgrading* Batubara Peringkat Rendah dengan Menggunakan Teknologi *Coal Drying* dan *Coating* dengan *Finacoal* dan *Enzol* di Puslitbang tekMIRA, Bandung.