



HILIRISASI PENINGKATAN KUALITAS BATUBARA UNTUK MEMENUHI STANDARISASI BAHAN BAKAR PLTU

COAL QUALITY IMPROVEMENT TO MEET POWER PLANT FUEL STANDARDIZATION

A. Mulyadi¹, HE. Handayani², S. Komar³

¹⁻³Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

¹⁻³Jl. Raya Palembang-Prabumulih Km.32 Inderalaya Sumatera Selatan, Indonesia

e-mail: amulyadi1963@gmail.com

ABSTRAK

Pencucian batubara bertujuan untuk meningkatkan kualitas batubara dengan mengurangi kadar abunya. Kadar abu batubara yang tinggi tidak berpengaruh positif terhadap pembakaran PLTU. Penelitian ini bertujuan untuk menurunkan kadar abu batubara dengan menggunakan Mesin Willobi dengan variabel aliran air dan laju umpan. Percobaan menggunakan metode pengeringan 19 l/menit, 23 l/menit, 30 l/menit, 36 l/menit dan 40 l/menit dengan memvariasikan laju umpan menjadi 5 kg/jam, 6 kg/jam dan 7,5 kg/jam. Setelah 15 kg/jam, dilakukan uji laboratorium untuk mengetahui nilai termoelektrik dan abu batubara sebelum dan sesudah hasil pengujian tersedia. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin besar lubang pembuangan pada Mesin Willobi pada saat pencucian batubara maka semakin rendah *feed rate*-nya. Semakin baik kualitas batubara yang dihasilkan maka semakin tinggi rendemennya.

Kata Kunci: pencucian batubara, *willobi*, PLTU, peningkatan kualitas

ABSTRACT

Coal washing aims to improve the quality of coal by reducing its ash content. High coal ash content does not have a positive effect on PLTU combustion. This study aims to reduce the ash content of coal by using a Willobi Machine with variable water flow and feed rate. The experiment used drying methods of 19 l/minute, 23 l/minute, 30 l/minute, 36 l/minute and 40 l/minute by varying the feed rate to 5 kg/hour, 6 kg/hour and 7.5 kg/hour. After 15 kg/hour, laboratory tests were carried out to determine the thermoelectric value and coal ash before and after the test results became available. The test results show that the larger the exhaust hole on the Willobi Machine during coal washing, the lower the feed rate. The better the quality of the coal produced, the higher the yield.

Keywords: coal washing, *willobi*, PLTU, quality improvement

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki 125,280 miliar ton sumber daya batubara yang melimpah dan 32,36 miliar ton cadangan yang telah tereksploitasi [1]. Secara umum di Indonesia, peningkatan produksi batubara dipengaruhi oleh permintaan domestik dan harga batubara global, serta dipengaruhi oleh peningkatan permintaan ekspor. Namun sebagian besar produksi 72,11% dan sisanya 27,89% digunakan untuk memenuhi kebutuhan pasar luar negeri yang biasanya akan digunakan untuk memenuhi permintaan pasar dalam negeri. Permintaan ini

juga yang membuat harga batubara menjadi semakin tinggi.

Batubara adalah bahan bakar yang mengurangi hidrokarbon yang disimpan dalam lingkungan bebas oksigen dan mengandung residu tanaman yang dipengaruhi oleh suhu dan tekanan yang berkepanjangan. Batubara merupakan salah satu sumber daya alam yang paling banyak dicari saat ini dan merupakan sumber energi dengan nilai jual yang relatif stabil dibandingkan dengan sumber daya fosil lainnya [2].

Tujuan dari produksi batubara adalah untuk mengisolasi pengotor untuk meningkatkan kualitas batubara, meningkatkan nilai pasar dan mengurangi air dan abu. Dengan lebih banyak pengotor, karbon dapat menurunkan kualitas batubara dan membuatnya kurang menarik bagi konsumen. Prinsip berat jenis dapat digunakan dalam proses produksi batubara ini untuk memisahkan karbon murni dari batubara kotor melalui proses pemurnian. Alat yang digunakan dalam proses ini dapat diimplementasikan menggunakan alat yang disebut Willobi.

Willobi adalah perangkat gravitasi khusus yang beroperasi menggunakan berat jenis ketika batubara kotor runtuh, yaitu memiliki berat jenis yang lebih tinggi. Sebaliknya, ketika konsentrasi karbon lainnya lebih rendah, batubara runtuh itu diangkat dan diubah menjadi batubara murni.

Pengoperasian peralatan Willobi dipengaruhi oleh beberapa parameter seperti aliran air (Q), kecepatan umpan dan luas willow. Parameter-parameter tersebut mempengaruhi kualitas produksi dan hasil pengolahan berbasis produksi. Dengan demikian penelitian ini dilakukan dengan tujuan peningkatan kualitas karbon dengan alat Willobi guna memenuhi standarisasi bahan baku PLTU. Dalam penelitian ini digunakan variabel bebas dan variabel statis, seperti debit air (Q) dan laju umpan sebagai variabel bebas, dan luas instrumen (400 cm²) sebagai variabel tetap.

METODE PENELITIAN

Lokasi proyek penelitian akhir ini dilaksanakan di Laboratorium Pengolahan Mineral Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan.

Studi ini berusaha untuk mengurangi abu batubara menggunakan air mengalir dan perangkat Willobi, yang panjangnya merupakan peningkatan yang nyata. Percobaan menggunakan debit aliran 19 liter per menit, 23 liter per menit, 30 liter per menit, 36 liter per menit, 40 liter per menit, sedangkan debit aliran adalah 5 kilogram per jam, 6 kilogram per jam, 7,5 kilogram per jam. Percobaan dilakukan sebanyak 25 kali dengan kondisi air yang disesuaikan dan tingkat *feed* yang berbeda. Berdasarkan semua hasil eksperimen, analisis laboratorium dan analisis data akan dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari setiap parameter.

Batubara

Batubara merupakan salah satu sumber daya alam yang paling banyak dicari dan memiliki sumber energi serta harga jual yang stabil dibandingkan dengan sumber daya alam lainnya yang masih tersisa [2]. Batubara adalah bahan bakar cair yang diperoleh dari sisa tanaman, yang terurai dalam lingkungan anoksik dan terpapar panas dan tekanan dalam waktu lama.

Kualitas batubara

Menurut Mahreni dan Mitha (2019), batubara merupakan komponen kimia dan kimia dari unsur utama karbon, hidrogen, oksigen, sulfur rendah dan nitrogen [3]. Secara umum, kadar batubara dapat dikaitkan dengan kualitas atau kualitas batubara. Semakin tinggi kandungan karbon, semakin rendah kandungan hidrogen, oksigen dan belerang.

Batubara densitas rendah seperti lithite dan semi-bitumen, umumnya lebih lembut, lebih fleksibel dengan warna dasar, kadar air yang lebih tinggi dan lebih sedikit karbon dan oleh karena itu rendah energi [4]. Semakin tinggi karbon, semakin keras dan tebal, dan semakin gelap dan terang warnanya. Selain itu, kadar air batubara berkurang, karbon akan meningkat, sehingga efisiensi energi lebih tinggi.

Kandungan Abu Batubara (*Ash Content*)

Komposisi batubara bervariasi, terdiri dari bahan organik (lignin-selulosa humus) dan bahan organik (besi, silika, aluminium, magnesium, dan sebagainya) yang bercampur dengan pengotor lain di sekitarnya dalam proses koalesensi. Ketika dibakar, senyawa tersebut diubah menjadi oksida dalam bentuk bubuk.

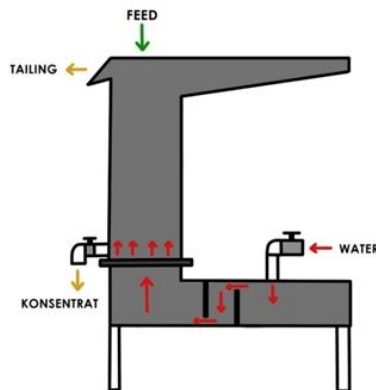
Abu adalah bagian batubara yang mudah terbakar [5]. Pada umumnya pupuk yang mengandung mineral ini berasal dari dalam tanah. Bahan abu dibawa melalui ruang debu ke lokasi sikat bersama dengan karbon dioksida, yang menutupi hingga 80% dan basis abu 20%. Ini termasuk debu yang berpengaruh serius pada tingkat pencemaran udara dan menyebabkan hujan asam (reaksi debu dengan SO₂ dan pengendapan), yang dapat adanya suatu yang menyebabkan peralatan rusak. Abu batubara dari deposit batubara mengandung SiO₂, Al₂O₃, TiO₂, Mn₃O₄, CaO, Fe₂O₃, MgO, K₂O, Na₂O, P₂O dan SO₃, yaitu sekitar 15-20% abu batubara. Abu hadir dalam lignit, bituminous atau subbituminous. Jika rasio lebih besar dari 1,2, stimulus tidak akan berpengaruh. Akibatnya, laju pembakaran berkurang.

Pencucian Batubara

Pencucian batubara merupakan cara untuk meningkatkan kualitas batubara dengan mengurangi jumlah abu dan belerang sesuai dengan sifat fisik batubara dan mineral [6]. Pengotor batubara dapat dibedakan menjadi limbah *internal* dan *eksternal*. Pengotor *internal* adalah polutan batubara yang membentuk batubara itu sendiri di alam, dan pengotor *eksternal* adalah pengotor mineral [7].

Willobi

Salah satu alat yang bisa digunakan untuk membersihkan batubara adalah Willobi. Willobi adalah alat yang dapat digunakan untuk memisahkan batubara bersih dan kotoran secara gravitasi dengan air berat. Willobi dapat dibuat dari pot/logam dengan bagian atas mengarah ke atas dari kiri ke kanan.



Gambar 1. Willobi

Air dialirkan melalui pipa bagian bawah, mengalir ke mengisi kotak willobi dan mengosongkannya ke dalam mulut mesin. Kemudian keluarkan *feed* dari atas dengan tangan Anda. Material yang lebih ringan akan mengikuti arus dan terisi air, sedangkan material yang lebih berat akan mengendap di bawah permukaan kotak [8]. Operasi Willobi didasarkan pada air yang mengalir ke bawah, kemudian air naik dan melewati media transparan melalui saluran pembuangan. Benda terpadat tidak naik dan tenggelam ke dasar Willobi karena kekuatan air lebih rendah dari berat benda. Endapan kemudian dikeluarkan dari saluran terkompresi.

Proses pencucian batubara biasanya dilakukan untuk memisahkan batubara yang bersih dari pengotor yang ada. Ada beberapa variabel yang mempengaruhi pencucian batubara menggunakan mesin Willobi, seperti:

1. Sistem saluran

Limpasan adalah jumlah (volume) air yang melintasi penampang tersebut dalam jangka waktu tertentu. Aliran yang berlebihan dapat mendorong umpan terlalu keras, terlalu banyak material akan keluar dari mesin dan memasuki aliran limbah dan aliran yang tidak mencukupi dapat menyebabkan pemisahan. antara konsentrasi dan limbah inert karena tekanan air yang sangat rendah [9].

Perhitungan debit air dapat menggunakan persamaan berikut (1) :

$$Q = \frac{V}{t} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- Q = Debit air (cm³/t)
- V = Volume wadah air (liter)
- T = Waktu (detik)

Debit air yang disuplai ke willobi adalah 1826,46 cm³/detik.

2. Tingkat umpan

Feeding rate yang dipertimbangkan adalah *feeding rate* yang memakan 1 kg *feed* pada waktu tertentu. Kecepatan *feed* mempengaruhi proses pengolahan, terutama hasil perolehan. Karena bertujuan untuk meningkatkan tingkat pengolahan dan pengerasan mineral. Hal ini digunakan sebagai parameter kualitas dan perbaikan untuk keberhasilan proses pengolahan mineral. Setelah pemrosesan, tingkat dan perolehan yang dihasilkan harus dianalisis.

Kualitas Batubara di Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)

Nilai ideal abu yang digunakan untuk pemanasan adalah 3-8%. Selain kandungan abu, komponen yang terkonsentrasi di pembangkit uap memiliki kadar air yang tinggi yang dapat menurunkan kalori batubara. Secara keseluruhan, kadar air maksimum yang digunakan di pabrik-pabrik di Indonesia adalah 15% [10].

Tabel 1. Persyaratan Standar Batubara di PLTU

Unsur	Kadar Maksimum
HHV (Kgcal/Kg)	4.220
Total Moisture (%)	15,00
Volatile Matter (%)	15,10
Ash Content (%)	8,00
Sulphur Content (%)	0,90
HGI	59,40-65,00

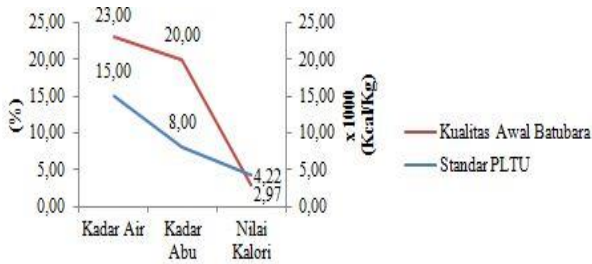
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian kualitas awal batubara dilakukan untuk mengidentifikasi titik awal model. Kadar air dan abu dari sampel batubara asli (Tabel 2) diuji di Laboratorium Universitas Sriwijaya. Sampel batubara pertama dari studi klinis mengandung 23% air, 20% abu, dan memiliki nilai kalori 2.972 kkal/kg (Gambar 2).

Tabel 2. Kualitas Awal Batubara

Parameter Kualitas	Nilai Standar Kualitas PLTU	Nilai Kualitas Awal Batubara
Kadar Air (%)	15,00	23,00
Kadar Abu (%)	8,00	20,00
Nilai Kalori (Kcal/Kg)	4.220,00	2.972,00

Berdasarkan uji laboratorium, diperlukan proses untuk memaksimalkan kandungan karbon. Kriteria kualitas karbon dalam penelitian ini dibatasi pada nilai kalor dan kadar abu kualitas batubara tidak memenuhi persyaratan standar sebagai bahan bakar untuk pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). Pada penelitian ini dilakukan perbaikan kualitas batubara dengan pencucian menggunakan Alat Willobi.



Gambar 2. Grafik Kualitas Awal Batubara

Hasil Percobaan Pertama

Percobaan pertama dilakukan dengan *feeding rate* 1 kg/12 menit. Pada percobaan pertama ini digunakan *feed rate* yang sama dan diulang sebanyak lima kali. Laju drainase 19 liter/menit, 23 liter/menit, 30 liter/menit, 36 liter/menit dan 40 liter/menit. Lingkungan pengujian dalam penelitian ini dilakukan dalam kondisi dimana batubara benar-benar terpisah.

Tabel 3. Perolehan batubara pada kondisi kecepatan *feeding* 5 kg/jam

No	Debit Air (Liter/Menit)	Batubara Bersih (gram)	Batubara Kotor (gram)
1	19,00	536,87	439,87
2	23,00	559,47	410,65
3	30,00	635,26	309,23
4	36,00	708,35	232,76
5	40,00	715,35	220,08

Berdasarkan tabel di atas diketahui bahwa batubara bersih paling banyak dihasilkan pada kondisi debit air tertinggi yaitu sebesar 40 liter/menit. Pada kondisi ini, debit air yang tinggi mengakibatkan batubara terangkat ke bagian atas pada willobi dan terpisah sebagai batubara bersih. Sedangkan untuk batubara kotor akan terendapkan di bagian bawah willobi akibat perbedaan berat jenis antara batubara dengan media air.

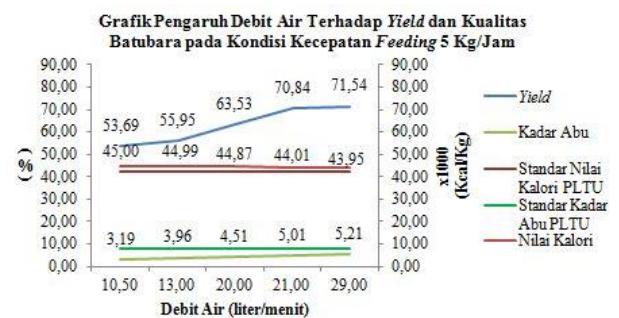
Berdasarkan tabel hasil percobaan, dapat diketahui bahwa semakin besar debit air yang digunakan ketika proses pencucian batubara maka akan menghasilkan batubara bersih yang semakin besar juga. Berlaku juga sebaliknya ketika debit air yang digunakan semakin kecil maka batubara bersih yang dihasilkan juga akan semakin sedikit. Ketika debit air yang digunakan sebesar 40 liter/menit menghasilkan batubara bersih sebesar 715,35 gram dengan 220,08 gram sebagai batubara kotor yang dihasilkan dari proses tersebut.

Sampel batubara yang telah dilakukan suatu proses peningkatan kualitas menggunakan alat willobi kemudian akan dilakukan perhitungan yield dan uji laboratorium berupa uji nilai kalori dan kadar abu batubara untuk mengetahui kualitas batubara (Tabel 4) dari hasil pencucian tersebut. Pengujian sampel di laboratorium juga berfungsi untuk melihat perbandingan

kualitas batubara ketika sebelum dan serta setelah dilakukannya proses pencucian menggunakan alat willobi (Gambar 3).

Tabel 4. Yield, Nilai Kalori dan Kadar Abu pada Kondisi 5 kg/jam

No	Debit Air (Liter/Menit)	Yield (%)	Hasil Percobaan		Standar PLTU	
			Nilai Kalori (Kcal/Kg)	Kadar Abu (%)	Nilai Kalori (Kcal/Kg)	Kadar Abu (%)
1	19,00	53,69	4500,57	3,19	4220,00	8,00
2	23,00	55,95	4499,62	3,96	4220,00	8,00
3	30,00	63,53	4487,06	4,51	4220,00	8,00
4	36,00	70,84	4401,74	5,01	4220,00	8,00
5	40,00	71,54	4395,56	5,21	4220,00	8,00



Gambar 3. Grafik Yield, Nilai Kalori, dan Kadar Abu pada Kondisi 5 kg/jam

Dengan keluaran 40 liter/menit menghasilkan kalori sebesar 4,396 Kkal/Kg. Saat ini produksi dan kadar abu masing-masing sebesar 71,54% dan 5,21% yang sesuai dengan kualitas daya di PLTU. Pada kecepatan 40 liter / menit, kami dapat memastikan bahwa ini adalah metode terbaik dalam penelitian ini.

Hasil Percobaan Kedua

Studi kedua dilakukan dengan mengubah laju umpan menjadi 6 kg/jam, tetapi output diubah lima kali menjadi 19 l/menit, 23 l/menit, 30 l/menit, 36 l/menit dan 40 l/menit.

Tabel 5. Perolehan batubara pada kondisi 6 kg/jam

No	Debit Air (Liter/Menit)	Batubara Bersih (gram)	Batubara Kotor (gram)
1	19,00	502,22	486,25
2	23,00	561,85	405,11
3	30,00	629,29	336,26
4	36,00	744,07	206,57
5	40,00	752,37	180,74

Tabel di atas menunjukkan bahwa tingkat efluen yang tinggi, dikatakan 40 L/menit, menghasilkan batubara paling murni dengan berat 752,37 g. Dalam hal ini, debit air dan perbedaan berat batubara dan air meningkatkan batubara murni. Hasilnya adalah batubara bersih sesuai

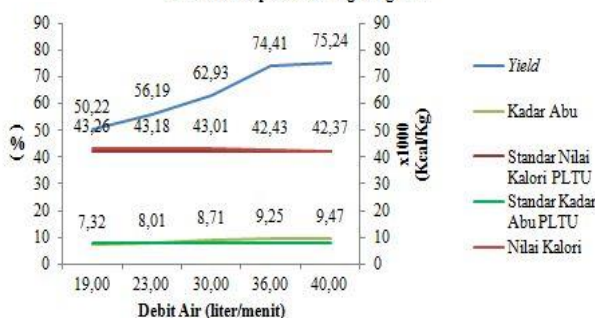
kebutuhan, tetapi batubara kotor disimpan di bawah peralatan willow. Tabel juga menunjukkan bahwa semakin banyak saluran yang digunakan selama pembersihan batubara, semakin tinggi kemurnian batubara.

Sampel batubara dicuci dengan alat willow dan masing-masing sampel batubara bersih dan batubara ditimbang dan nilai kalor dan kadar abu batubara diukur menurut hipotesis dan uji eksperimental. Rincian perbandingan rendemen, nilai kalori dan kadar debu batubara adalah sebagai berikut (Tabel 6):

Tabel 6. Yield, Nilai Kalori dan Kadar Abu pada Kondisi 6 kg/jam

No	Debit Air (Liter/Menit)	Yield (%)	Hasil Percobaan		Standar PLTU	
			Nilai Kalori (Kcal/Kg)	Kadar Abu (%)	Nilai Kalori (Kcal/Kg)	Kadar Abu (%)
1	19,00	50,22	4325,88	7,32	4220,00	8,00
2	23,00	56,19	4317,62	8,01	4220,00	8,00
3	30,00	62,93	4301,35	8,71	4220,00	8,00
4	36,00	74,41	4243,08	9,25	4220,00	8,00
5	40,00	75,24	4237,76	9,47	4220,00	8,00

Grafik Pengaruh Debit Air Terhadap Yield dan Kualitas Batubara pada Kondisi Kecepatan Feeding 6 Kg/Jam



Gambar 4. Yield, Nilai Kalori dan Kadar Abu pada Kondisi 6 kg/jam

Hasil terbaik diperoleh saat debit air 40 l/menit, yang setara dengan 75,24% (Gambar 4). Dengan kondisi tersebut, nilai kalor dan nilai abu masing-masing adalah 4.238 kkal/kg dan 9,47%, nilai yang tidak memenuhi standar bahan bakar PLTU. Persyaratan ini tidak memenuhi standar bahan bakar PLTU karena kadar abu melebihi 8%, yang bukan merupakan kondisi ideal. Sedangkan dengan volume yang lebih kecil, rendemen sebesar 50,22% serta nilai abu dan kalor sebesar 7,32% dan 4.326 kkal/kg yang memenuhi persyaratan standar PLTU. Namun, aplikasi langsung tidak efektif dari segi biaya karena *recovery* yang rendah dalam kondisi ini.

Hasil Percobaan Ketiga

Pada percobaan ketiga, debit air diubah menjadi 7,5 kg/jam, debit air diubah 5 kali, dan perubahannya adalah

19 l/menit, 23 l/menit, 30 l/menit, 36 l/menit dan 40 l/menit. Percobaan dilakukan dengan mengatur kondisi saat batubara menyebar penuh. Setelah pengujian, kami menyiapkan data berat (Tabel 7) untuk sampel yang diambil dari batubara yang dicuci, batubara bersih, dan batubara kotor.

Tabel 7. Perolehan Batubara pada Kondisi 7,5 kg/jam

No	Debit Air (Liter/Menit)	Batubara Bersih (gram)	Batubara Kotor (gram)
1	19,00	471,24	518,11
2	23,00	520,16	461,87
3	30,00	609,07	369,64
4	36,00	671,10	271,02
5	40,00	735,43	195,74

Tabel di atas menunjukkan bahwa batubara murni memiliki berat 735,43 gram pada jumlah air tertinggi, pada 40 liter / menit. Batubara asli dibawa ke bagian atas alat oleh aliran air masuk dan keluar sebagai pengumpul, sedangkan batubara kotor tertahan di bagian bawah alat. Batubara lebih berat karena adanya mineral tidak murni di dalam batubara, sehingga berada di bagian bawah mesin karena perbedaan berat batubara dan air. Hal ini menegaskan bahwa tingkat suplai batubara dan suplai air mempengaruhi proses pemindahan batubara di kendaraan Wilobi.

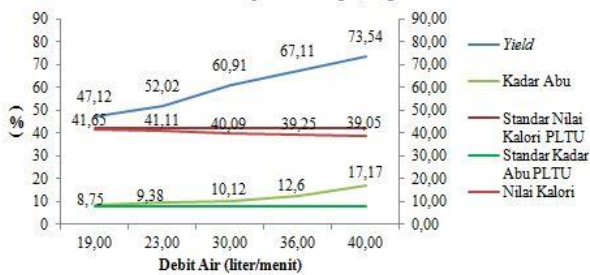
Sampel batubara yang dicuci dengan peralatan Willobi kemudian diuji nilai kalor dan kadar abu batubara. Hal ini dilakukan untuk memeriksa kualitas batubara setelah dicuci (Tabel 8). Setelah kualitas pasca pencucian ditentukan, dibandingkan dengan kondisi standar PLTU dan peningkatan kualitas diamati sebelum pencucian batubara selesai.

Tabel 8. Yield, Nilai Kalori dan Kadar Abu pada Kondisi 7,5 kg/jam

No	Debit Air (liter/menit)	Yield (%)	Hasil Percobaan		Standar PLTU	
			Nilai Kalori (Kcal/Kg)	Kadar Abu (%)	Nilai Kalori (Kcal/Kg)	Kadar Abu (%)
1	19,00	47,12	4164,83	8,75	4220,00	8,00
2	23,00	52,02	4111,09	9,38	4220,00	8,00
3	30,00	60,91	4009,28	10,12	4220,00	8,00
4	36,00	67,11	3924,56	12,60	4220,00	8,00
5	40,00	73,54	3905,13	17,17	4220,00	8,00

Efisiensi terendah diperoleh pada saat debit aliran sebesar 19 l/menit sebesar 47,12%. Dengan kondisi tersebut, nilai kalor dan kadar abu sebesar 4,165 kkal/kg dan 8,75%, jumlah tersebut tidak memenuhi kebutuhan bahan bakar PLTU. Dengan *feed rate* sebesar 7,5 kg/jam dan distribusi air yang bervariasi, tidak ada satupun yang memenuhi baku mutu bahan bakar PLTU. Hal ini tercermin dari tidak adanya nilai temperatur atau kadar abu yang memenuhi standar (Gambar 5).

Grafik Pengaruh Debit Air Terhadap Yield dan Kualitas Batubara pada Kondisi Kecepatan Feeding 7,5 Kg/Jam



Gambar 5. Grafik Yield, Nilai Kalori dan Kadar Abu pada Kondisi 7,5 kg/jam

Hasil Percobaan Keempat

Percobaan keempat dilakukan dengan mengubah *feeding rate* menjadi 10 kg/jam, sedangkan distribusi air diubah menjadi 19 l/menit, 23 l/menit, 30 l/menit, 36 l/menit dan 40 l/menit dengan lima kali perubahan. Pengujian yang digunakan dalam penelitian ini dibuat dengan memvariasikan kondisi di mana batubara benar-benar terisolasi (Tabel 9).

Tabel 9. Perolehan Batubara pada Kondisi 10 kg/jam

No	Debit Air (Liter/Menit)	Batubara Bersih (gram)	Batubara Kotor (gram)
1	19,00	410,12	580,02
2	23,00	493,27	493,65
3	30,00	519,68	463,11
4	36,00	668,13	301,76
5	40,00	690,10	239,51

Sampel batubara dicuci dalam mesin Willobi dan diambil bobot masing-masing sampel batubara bersih dan pengotor, kemudian dibandingkan dengan penelitian laboratorium pada penentuan temperatur dan abu batubara untuk mengetahui kualitas batubara. Data dari pengukuran, suhu, dan perkiraan debu batubara diberikan di bawah ini (Tabel 10).

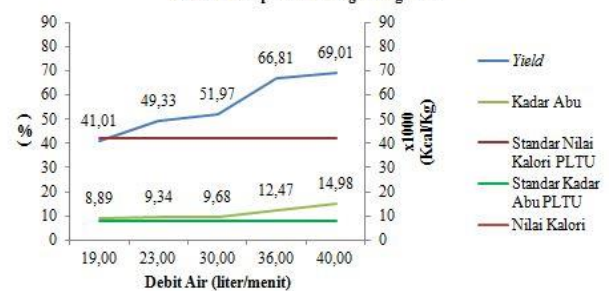
Tabel 10. Yield, Nilai Kalori dan Kadar Abu pada Kondisi 10 kg/jam

No	Debit Air (Liter/Menit)	Yield (%)	Hasil Percobaan		Standar PLTU	
			Nilai Kalori (Kcal/Kg)	Kadar Abu (%)	Nilai Kalori (Kcal/Kg)	Kadar Abu (%)
1	19,00	41,01	3900,22	8,89	4220,00	8,00
2	23,00	49,33	3887,10	9,34	4220,00	8,00
3	30,00	51,97	3880,42	9,68	4220,00	8,00
4	36,00	66,81	3778,76	12,47	4220,00	8,00
5	40,00	69,01	3770,31	14,98	4220,00	8,00

Produktivitas tertinggi dicapai pada debit air 40 l/menit yaitu 69,01%. Dengan kondisi tersebut, nilai kalori dan kadar abu masing-masing 3770,31 kkal/kg dan 14,98%. Nilai tersebut tidak memenuhi standar bahan bakar PLTU. Persyaratan ini tidak memenuhi standar bahan bakar PLTU, karena kadar abunya lebih dari 8%, yang

tidak direkomendasikan. Dengan nilai kadar abu dan yield yaitu 8,89% dan 41,01% serta kalori 3900 kkal/kg tidak memenuhi persyaratan regulasi kualitas bahan bakar di COF. Outputnya sangat rendah dari sisi ekonomi dan kualitas batubara yang diekstraksi memiliki kadar abu yang tinggi dan nilai kalor yang rendah, yang tidak memenuhi kebutuhan bahan bakar PLTU (Gambar 6).

Grafik Pengaruh Debit Air Terhadap Yield dan Kualitas Batubara pada Kondisi Kecepatan Feeding 10 Kg/Jam



Gambar 6. Yield, Nilai Kalori dan Kadar Abu pada Kondisi 10 Kg/Jam

Hasil Percobaan Kelima

Percobaan kelima dilakukan dengan mengubah *feed rate* menjadi 15 kg/jam dan mengubah debit air sebanyak lima kali menjadi 19 l/menit, 23 l/menit, 30 l/menit, 36 l/menit, dan 40 l/menit. Setelah pengujian, termasuk informasi tentang massa sampel yang diambil dari batubara yang dicuci sebagai batubara bersih dan kotor dapat dilihat dari tabel berikut (Tabel 11):

Tabel 11. Perolehan batubara pada kondisi 15 kg/jam

No	Debit Air (Liter/Menit)	Batubara Bersih (gram)	Batubara Kotor (gram)
1	19,00	320,84	670,32
2	23,00	451,08	530,49
3	30,00	510,86	430,95
4	36,00	550,75	388,12
5	40,00	685,34	243,90

Sampel batubara yang dicuci dengan alat Willobi kemudian dihitung untuk pengujian laboratorium guna mengetahui produktivitas dan nilai kalori serta kadar abu pada batubara. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kualitas batubara setelah proses pencucian (Tabel 12). Setelah kualitas pasca pencucian diketahui, kemudian dibandingkan dengan standar PLTU yang ada dan diamati peningkatan kualitas sebelum dan sesudah pencucian batubara.

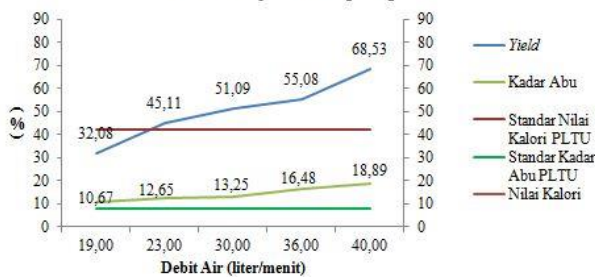
Produktivitas terendah dicapai pada produksi air sebesar 19 liter/menit, yaitu 32,08%. Nilai tersebut tidak memenuhi persyaratan umum bahan bakar PLTU dengan nilai kalori dan abu sebesar 3669,24 kkal/kg dan 10,67%. Menurut parameter debit 15 kg/jam saat ini, tidak ada yang memenuhi standar kualitas sebagai bahan bakar

pabrik. Ini dibuktikan dengan fakta bahwa kalori dan abu tidak memenuhi standar saat ini (Gambar 7).

Tabel 12. Yield, Nilai Kalori dan Kadar Abu pada Kondisi 15 kg/jam

No	Debit Air (liter/menit)	Yield (%)	Hasil Percobaan		Standar PLTU	
			Nilai Kalori (Kcal/Kg)	Kadar Abu (%)	Nilai Kalori (Kcal/Kg)	Kadar Abu (%)
1	19,00	32,08	3669,24	10,67	4220,00	8,00
2	23,00	45,11	3660,02	12,65	4220,00	8,00
3	30,00	51,09	3600,67	13,25	4220,00	8,00
4	36,00	55,08	3589,13	16,48	4220,00	8,00
5	40,00	68,53	3523,89	18,89	4220,00	8,00

Grafik Pengaruh Debit Air Terhadap Yield dan Kualitas Batubara pada Kondisi Kecepatan Feeding 15 Kg/Jam



Gambar 7. Yield, Nilai Kalori dan Kadar Abu pada Kondisi 15 kg/jam

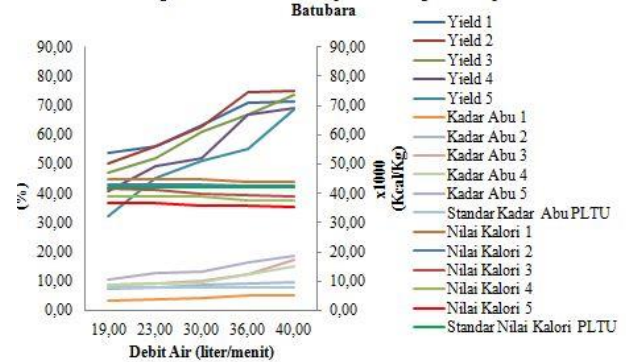
Analisis Debit Air dan Kadar Abu

Berdasarkan hasil semua pengujian, dibuat tabel yang menunjukkan hasil laboratorium terkait nilai kalori, kadar abu, dan hasil (Tabel 13 dan Gambar 8).

Tabel 13. Hasil Laboratorium

No	Kecepatan Feeding (Kg/Jam)	Debit air (Liter/Menit)	Yield (%)	Losses (%)	Hasil Percobaan		Standar PLTU	
					Nilai Kalori (Kcal/Kg)	Kadar Abu (%)	Nilai Kalori (Kcal/Kg)	Kadar Abu (%)
1	5	19,00	53,69	2,33	4500,57	3,19	4220,00	8,00
2	5	23,00	55,95	2,99	4499,62	3,96	4220,00	8,00
3	5	30,00	63,53	5,55	4487,06	4,51	4220,00	8,00
4	5	36,00	70,84	5,89	4401,74	5,01	4220,00	8,00
5	5	40,00	71,54	6,46	4395,56	5,21	4220,00	8,00
6	6	19,00	50,22	1,15	4325,88	7,32	4220,00	8,00
7	6	23,00	56,19	3,30	4317,62	8,01	4220,00	8,00
8	6	30,00	62,93	3,45	4301,35	8,71	4220,00	8,00
9	6	36,00	74,41	4,94	4243,08	9,25	4220,00	8,00
10	6	40,00	75,24	6,69	4237,76	9,47	4220,00	8,00
11	7,5	19,00	47,12	1,07	4164,83	8,75	4220,00	8,00
12	7,5	23,00	52,02	1,80	4111,09	9,38	4220,00	8,00
13	7,5	30,00	60,91	2,13	4009,28	10,12	4220,00	8,00
14	7,5	36,00	67,11	5,79	3924,56	12,60	4220,00	8,00
15	7,5	40,00	73,54	6,88	3905,13	17,17	4220,00	8,00
16	10	19,00	41,01	0,99	3900,22	8,89	4220,00	8,00
17	10	23,00	49,33	1,31	3887,10	9,34	4220,00	8,00
18	10	30,00	51,97	1,72	3880,42	9,68	4220,00	8,00
19	10	36,00	66,81	3,01	3778,76	12,47	4220,00	8,00
20	10	40,00	69,01	7,04	3770,31	14,98	4220,00	8,00
21	15	19,00	32,08	0,88	3669,24	10,67	4220,00	8,00
22	15	23,00	45,11	1,84	3660,02	12,65	4220,00	8,00
23	15	30,00	51,09	5,82	3600,67	13,25	4220,00	8,00
24	15	36,00	55,08	6,11	3589,13	16,48	4220,00	8,00
25	15	40,00	68,53	7,08	3523,89	18,89	4220,00	8,00

Grafik Pengaruh Debit Air dan Kecepatan Feeding Terhadap Kualitas Batubara



Gambar 8. Yield, Nilai Kalori dan Kadar Abu Seluruh Percobaan

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi laju alir maka semakin tinggi kualitas batubara yang dihasilkan dan semakin tinggi rendemennya. Pada penelitian ini kondisi terbaik diperoleh pada *feed rate* 5 kg/jam, debit air 40 liter/menit, rendemen 71,54%, dan kalori 4395 kkal/kg. Dengan demikian, pencucian dengan Willobi dapat meningkatkan kualitas batubara. Hal ini dikarenakan kandungan abu batubara telah menurun dan kalori batubara meningkat akibat pencucian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Haryadi, H dan Suciayanti, M. (2018). Analisis Perkiraan Kebutuhan Batubara Untuk Industri Domestik Tahun 2020-2035 Dalam Mendukung Kebijakan *Domestic Market Obligation* dan Kebijakan Energi Nasional. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, 14(1), 59-73.
- [2] Bizzy, I. (2019). *Dehumidifie-Flash Dryer*. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- [3] Mahreni, M. dan Mitha, P. (2019). Pencucian Batubara. Yogyakarta: LPPM UPN "Veteran" Yogyakarta.
- [4] Nukman dan Poertadji, S. (2006). Pengurangan Kadar Abu dan Sulfur pada Batubara Sub-Bituminus dengan Metode Aglomerasi Air-Minyak Sawit. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 7(3), 31-36.
- [5] Hendra, G. (2019). *Analisis Kualitas Pasir Silika Untuk Memenuhi Kebutuhan Industri Pengecoran Logam di PT Walie Tampas Citratama, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung*. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- [6] Adinugraha, W. (2014). Studi Pencucian Batubara Menggunakan *Chance Chone* dengan Media Hematit. *Proceedings Seminar Nasional Fakultas Teknik Geologi*. Bandung: 24 Mei 2014.



- [7] Arfi, W.G., Komar, S., dan Iskandar, H. (2018). Analisis Kehilangan (*Losses*) Magnetit pada *Washing Plant* Batubara dengan Kapasitas *Feed* 250 TPH. *Jurnal Pertambangan*, 2(1), 42-51.
- [8] Eriyanto, D. (2019). *Optimalisasi Kinerja Willobi Untuk Meningkatkan Recovery Bijih Timah di TB 1.42 Pemali PT Timah Tbk Kabupaten Bangka Provinsi Kepulauan Bangka Belitung*. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- [9] Khotimah. (2008). *Diktat Mata Kuliah Hidrologi. Bahan Ajar*. Yogyakarta: Jurusan Pendidikan Geografi Fakultas Ilmu Sosial dan Ekonomi Universitas Negeri Yogyakarta.
- [10] Lestari, D., Asy'ari, M. A., Hidayatullah, R. (2016). Geokimia Batubara Untuk Beberapa Industri. *Jurnal Poros Teknik*, 8(1), 48-54.