

**APLIKASI TEKNOLOGI GASIFIKASI BATUBARA BA 59
PT BUKIT ASAM (PERSERO), TBK PADA INDUSTRI BATUBARA MERAH
Irwin Bizzy¹⁾, Epina Cornely²⁾, Sri Maryani³⁾, Achmad Ubaidillah⁴⁾, Chandra Permadi⁵⁾**

¹⁾Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

^{2) 3) 4)}Peneliti Balitbangnovda Provinsi Sumatera Selatan

⁵⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Telp./Fax.: 0711-580272

Email: irwin@unsri.ac.id ; irwin_bizzymt@yahoo.co.id

Abstrak

Teknologi gasifikasi batubara BA 59 telah dilakukan untuk menghasilkan gas sebagai bahan bakar untuk membakar batubara merah. Batubara BA 59 yang digunakan adalah produksi PT Bukit Asam (Persero) Tbk dan termasuk batubara energi rendah dengan nilai kalori 5.900 kkal/kg. Desain tungku batubara merah dibuat dengan kapasitas 2.000 batubara dan peralatan gasifikasi yang dipakai berkapasitas 30 kg per jam dengan temperatur pembakaran dimulai 30 °C sampai 950°C. Perlakuan terhadap pembakaran batubara merah dilakukan secara bertahap untuk menghindari kegagalan dalam proses pembakarannya. Jumlah batubara yang digunakan 72 kg selama 20-25 jam proses pembakaran batubara merah. Penggunaan batubara BA 59 sebagai bahan bakar mampu menggantikan kayu yang digunakan oleh industri batubara merah selama ini sehingga dapat menjaga kelestarian hutan mengurangi dampak lingkungan hidup.

Kata Kunci: Gasifikasi, batubara, tungku pembakaran, batubara merah.

Abstract

59BA coal gasification technology have been made to produce gas as fuel for coal burning red bricks. 59BA coal used is produced by PT Bukit Asam (Persero) Tbk and including low energy coal with a calorific value of 5,900 kcal/kg. Red brick furnace design created with a capacity of 2,000 bricks and equipment used gasification capacity of 30 kg per hour with a temperature of 30°C-950°C. Treatment of burning red brick done gradually to avoid failure in the combustion process. The amount of coal used 72 kg for 20-25 hours the burning red bricks. 59BA use of coal as a fuel capable of replacing the wood used by the industry during this time the red bricks so as to preserve the forests mitigate environmental impacts.

Keyword: Gasification, coal, furnace, red bricks.

1 PENDAHULUAN

Provinsi Sumatera Selatan sebagai salah satu penghasil batubara di Indonesia memiliki potensi cadangan batubara yang besar tetapi berkualitas rendah dengan kandungan kalori 5.000 – 6.500 kcal/kg tetapi memiliki kadar *sulfur* dan *ash* rendah bahkan kadar kalori yang lebih rendah lagi cukup banyak cadangannya. Untuk itu, perlu diupayakan peningkatan kualitas batubara jenis ini, salah satu metode yang digunakan adalah batubara tersebut dijadikan gas yang dikenal sebagai proses gasifikasi. Proses gasifikasi merupakan proses konversi secara termokimia dari bahan bakar padat menjadi bahan bakar gas. Kadangkala gasifikasi merupakan proses pembakaran bertahap, dilakukan dengan ketersediaan oksigen yang terbatas, sehingga gas yang terbentuk dari hasil pembakaran masih memiliki potensi untuk terbakar. Gasifikasi juga merupakan pemutusan ikatan rantai dari molekul kompleks menjadi gas yang sederhana berupa H₂ dan CO. Sifat kedua gas tersebut adalah mudah terbakar serta memiliki kerapatan energi dan densitas. Selain itu, gas yang

dihasilkan sangat bersih dan hanya memerlukan satu atom oksigen untuk dibakar menghasilkan CO_2 , H_2O .

Menurut [1] bahwa teknologi masa depan untuk batubara sebagai bahan bakar adalah memiliki kriteria biaya murah, unjuk kerja yang tinggi, rendah karbon, dan pilihan pengembangannya ada di proses pembakaran dan gasifikasi. Peralatan *fluidized bed gasification* atau FBG yang umum digunakan untuk memproses batubara cukup efisien. Peralatan ini mampu digunakan untuk bermacam-macam jenis batubara, sulfur yang tetap dalam dapur, emisi polutan yang rendah, mudah dikontrol, dan biaya rendah [2,3]. Kadar air yang ada dalam batubara seharusnya dikurangi melalui pengeringan sebelum dipakai di peralatan gasifikasi. Nurhadi [4] telah meneliti mengenai pengaruh derajat pengeringan batubara lignit terhadap unjuk kerja gasifikasi *allothermal*. Gasifikasi *allothermal* merupakan proses gasifikasi yang membutuhkan panas dari luar *gasifier*. Pengeringan akan mengurangi kebutuhan energi gasifikasi sehingga dapat meningkatkan konversi karbon (pada rentang 57 – 65%), efisiensi termal (pada rentang 78 – 88%), jumlah produksi $\text{H}_2 + \text{CO}$ dalam gas sintesis (pada rentang 48 – 54 kmol/ton batubara), mengatur nilai perbandingan H_2/CO (pada rentang 1,4 – 3,3), mengurangi laju sirkulasi pasir (pada rentang 27 – 35 ton/jam) dan dapat meningkatkan laju alir spesifik umpan *steam* sehingga dapat terjadi fluidisasi. Sedangkan aplikasi peralatan teknologi gasifikasi telah banyak pula dipakai diantaranya untuk pengeringan teh [5], pengeringan tembakau [6]. Bahkan [7] telah meneliti gasifikasi berbahan tempurung kelapa menggunakan *Updraft Gasifier* pada beberapa variasi laju alir udara pembakaran yang menghasilkan gas mampu bakar (CO , CH_4 , H_2) secara berkelanjutan selama lebih kurang tiga jam operasi. Terdapat pengaruh peningkatan laju aliran udara terhadap peningkatan temperatur di dalam reaktor, komposisi gas, laju aliran gas, efisiensi gasifikasi dan temperatur api hasil pembakaran.

Penelitian ini memanfaatkan peralatan gasifikasi batubara mini buatan Lembaga Penelitian Tekmira Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral dengan kapasitas 30 kg per jam untuk membakar batubara merah di industri batubara merah di Kecamatan Sukarame Kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan. Batubara yang digunakan adalah batubara BA 59 berasal dari *stockpile* Dermaga Kertapati Palembang milik PT Bukit Asam (Persero), Tbk. Hasil pengujian menunjukkan teknologi ini dapat digunakan untuk menggantikan bahan bakar kayu yang digunakan oleh industri batubara merah selama ini sehingga dapat mencegah kerusakan hutan.

2 BAHAN DAN METODE

2.1 Batubara BA 59

Batubara BA 59 diproduksi oleh PT Bukit Asam (Persero), Tbk dan memiliki data *Market Brand* sebagai berikut:

Tabel 1. Data Pengujian Batubara BA 59 PT Bukit Asam (Persero), Tbk

No	Parameter	Unit	Rentang (Range)	Typical
1	Total Moisture (TM)	(%, ar)	25,00-30,00	28
2	Proximate Analysis			
	• Inherent Moisture	(%, adb)	10,00-14,00	14
	• Ash Content	(%, adb)	3,41-7,56	7
	• Volatile Matter	(%, adb)	38,34-42,06	39
	• Fixed Carbon	(%, adb)	39,06-42,30	40
3	Caloric Value (CV)			
	• Gross CV	(kcal/kg, adb)	5.850 - 5.950	5.900

	• Gross CV	(kcal/kg,ar)	4.900 - 5.050	5.000
4	Total Silphur (TS)	(%,adb)	0,30 – 1,20	0,80
5	Ultimate Analysis	(%,adb)		
	Carbon	(C)	59,56 – 64,12	62,14
	Hydrogen	(H)	3,75 – 5,07	4,41
	Nitrogen	(N)	0,66 – 1,05	0,86
	Oxygen	(O)	18,68 – 30,51	25,09
6	Ash Analysis (by weight)	(%,adb)		
	Silicon Dioxide	(SiO ₂)	41,83 – 68,34	55,08
	Aluminum Oxide	(Al ₂ O ₃)	12,80 – 31,67	22,23
	Iron Oxide	(Fe ₂ O ₃)	1,74 – 7,99	4,86
	Calcium Oxide	(CaO)	0,22 – 2,80	1,29
	Magnesium Oxide	(MgO)	1,02 – 3,37	2,20
	Titanium Dioxide	(TiO ₂)	1,39 – 11,12	4,86
	Potassium Oxyde	(K ₂ O)	0,15 – 0,58	0,37
	Phosphorus Pentaoxide	(P ₂ O ₅)	0,42 – 1,21	0,45
	Sodium Oxide	(Na ₂ O)	0,49 – 8,23	4,36
	Manganese Oxide	(Mn ₃ O ₄)	0,04 – 0,21	0,09
	Sulphur Trioxide	(SO ₃)	0,45 – 6,48	3,46
7	Ash Fusion Temperature (Reducing / Oxidizing)	°C		
	Deformation		1.158 – 1.358	1,258
	Spherical		1.263 – 1.443	1,353
	Hemisphere		1.272 – 1.417	1,344
	Flow		1.318 – 1.456	1,387
8	Hardgrove Grindability Index		48 - 55	50

Sumber: PT Bukit Asam (Persero), Tbk unit Dermaga Kertapati Palembang Tahun 2014

Analisis proksimat batubara BA 59 dilakukan juga sebelum masuk ke GasMin di laboratorium Dinas Pertambangan dan Energi Provinsi Sumatera Selatan untuk mengetahui komposisi nilai kalori, kandungan air, abu, dan lainnya. Tabel 2 berikut menjelaskan hasil analisis proksimat batubara BA 59 sebelum masuk ke GasMin:

Tabel 2 Data Analisis Proksimat Batubara BA 59 saat masuk ke reaktor GasMin

No	Kode Contoh	Analisis Proksimat					CV (cal/gr)
		TM (% adb)	Ash (% adb)	VM (% adb)	FC (% adb)	TS (% adb)	
1	BA 59	2,04	17,62	28,93	51,41	0,43	5.896

Keterangan:

TM = Total Moisture; VM = Volatile Matter;

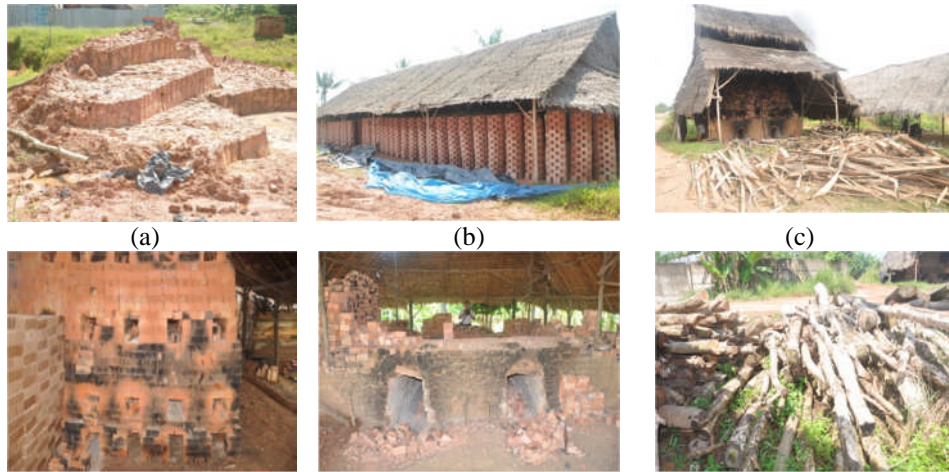
FC = Fixed Carbon; TS = Total Sulfur; CV = Caloric Value

2.2 Industri Batubata Merah

Penelitian ini dilakukan di lokasi Desa Talang Jambi Kecamatan Sukarame Kota Palembang yang memiliki 500 kepala keluarga dengan usaha ekonomi yang turun temurun berupa industri batubata merah sejak dulu. Usaha industri batubata merah ini telah menggerakkan ekonomi

masyarakatnya walau kadangkala kondisi ekonominya naik turun bergantung permintaan pasar. Bahan baku berupa tanah merah diambil dari lokasi sekitar atau mengambil dari galian dari luar.

Berikut gambaran kondisi proses pembuatan batubata yang dilakukan oleh masyarakat industri batubata merah:



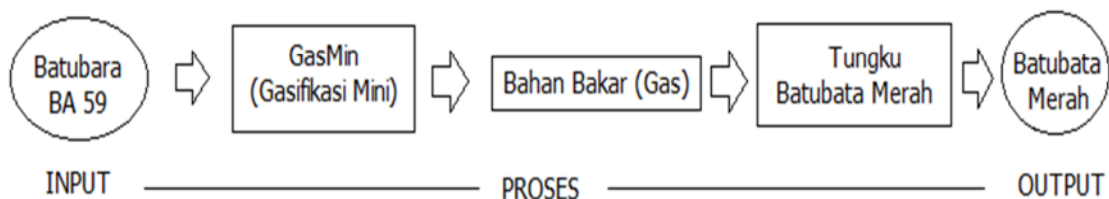
Gambar 2 Industri Batubata Merah

(a) Bahan baku (b) Proses pengeringan awal (c) Pondok Pembakaran
(d) Dapur pembakaran tipe A (e) Dapur pembakaran tipe B (f) Bahan bakar kayu

Tungku pembakaran batubata merah masih menggunakan bahan bakar kayu dengan kapasitas batubata merah per tungku 30.000 sampai 50.000 batubata merah. Proses pencetakan batubata memakai peralatan tekan sehingga struktur batubata yang dihasilkan lebih padat. Selanjutnya, dikeringkan dengan memanfaatkan sinar matahari di mana batubata di susun bertingkat di dalam sebuah pondok sederhana. Proses pengeringan ini membutuhkan waktu yang lama ketika musim hujan yaitu 90 hari dan di musim hujan akan lebih cepat berkisar 21 hari. Proses pembakaran membutuhkan bahan bakar kayu selama kurang lebih 36 jam secara kontinu. Model tungku pembakaran ada dua tipe yaitu tipe A sederhana memakai lubang-lubang kecil dan tipe B memakai tungku pembakaran. Kadangkala kombinasi dibuat menggunakan kedua tipe tungku ini untuk menghasilkan batubata merah yang berkualitas tinggi dan mencegah kerusakan batubata merah seminimal mungkin.

2.3 Teknologi Gasifikasi

Teknologi gasifikasi ini memiliki tinggi 2,24 m dengan sumber bahan bakar berupa batubara energi rendah BA 59. Skema proses aplikasi teknologi gasifikasi untuk pembakaran batubata merah:



Gambar 1 Skema proses aplikasi GasMin ke industri batubata merah

Proses gasifikasi terdiri dari empat tahapan terpisah yang terdiri dari pengeringan, pirolisis, oksidasi/pembakaran dan reduksi. Keempat tahapan ini terjadi secara alamiah dalam proses pembakaran. Dalam gasifikasi keempat tahapan ini dilalui secara terpisah, hingga dapat menginterupsi “api” dan mempertahankan gas mudah terbakar tersebut dalam bentuk gas serta mengalirkan produk gasnya ke tempat lain. Salah satu cara untuk mengetahui proses yang berlangsung pada *gasifier* jenis ini adalah dengan mengetahui rentang temperatur masing-masing proses. Reduksi atau gasifikasi melibatkan suatu rangkaian reaksi endotermik yang disokong oleh panas yang diproduksi dari reaksi pembakaran. Produk yang dihasilkan pada proses ini adalah gas bakar atau sering disebut gas produser seperti H_2 , CO , dan CH_4 .

3 METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan adalah eksperimental dengan merancang GasMin sebagai penghasil gas dari proses pembakaran tidak sempurna batubara untuk membakar batubata merah. Teknologi GasMin yang diaplikasikan ke industri batubata merah ini merupakan upaya untuk mensosialisasikan proses gasifikasi batubara BA 59 ke industri kecil menengah di kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan. Pemasukan batubara BA 59 dilakukan dari atas peralatan GasMin yang berkapasitas 30 kg per jam, gas hasil pembakaran tidak sempurna dialirkan ke ruang bakar di tungku batubata merah yang terdiri susunan beberapa batubata merah yang sudah kering. Tungku yang diuji berbentuk silinder dengan bagian luar dilapisi pembungkus yang bahannya adalah batubata merah yang gagal bakar dan dipleset dengan tanah merah bercampur air. Tujuan pelapisan ini adalah untuk mengisolasi panas dari tungku pembakaran tidak ke luar ke atmosfer terlalu besar sehingga proses pembakaran batubata merah dapat berlangsung secara merata. Jumlah batubata merah kering yang dibakar 2.000 buah di susun ke atas. Proses pembakaran batubata merah berlangsung selama 25 jam.



Gambar 2 Peralatan GasMin di Industri Batubata Merah

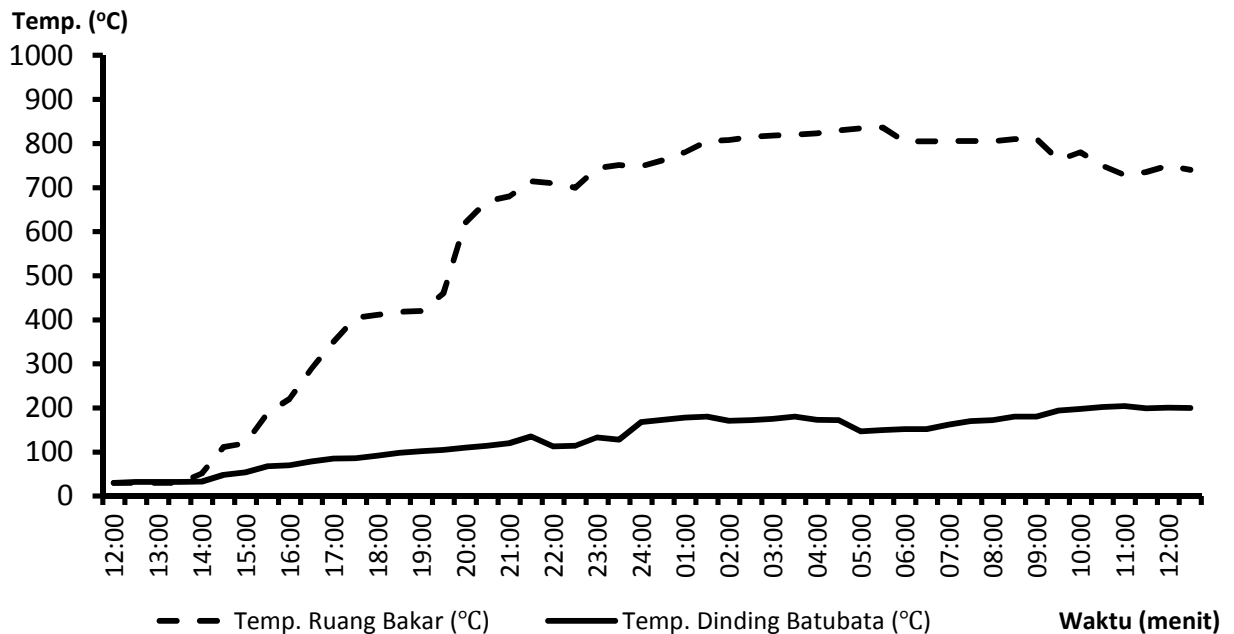
Proses pembuatan batubata merah memiliki tahapan terdiri dari bahan baku berupa tanah merah bercampur air, proses cetak (berat rata-rata 1,38 kg per satu batubata merah), proses jemur dengan memanfaatkan udara panas matahari (berat 1,1 kg per 11 hari saat matahari bersinar terang), dan batubata merah siap bakar atau kering (berat 0,98 kg per buah).

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian telah dilakukan untuk sebuah tungku batubata merah berbentuk lingkaran atau lorong api silinder dengan jumlah batubata merah 2.000 buah. Bagian luar tungku dilapisi dengan dinding yang terbuat dari batubata merah gagal bakar atau kering dan tanah merah. Pengujian dilakukan selama 25 jam dengan jumlah batubara BA 59 sebanyak 72 kg yang dimasukkan secara kontinu ke dalam peralatan GasMin. Kenaikan temperatur ruang bakar bertambah dengan waktu pembakaran batubata merah dan cenderung konstan ketika nyala api dan batubata merah telah membara setelah 15 jam proses pembakaran, seperti gambar 3 dan 4 berikut ini.



Gambar 3 Bentuk lorong api silinder dan hasil pembakaran batubata merah

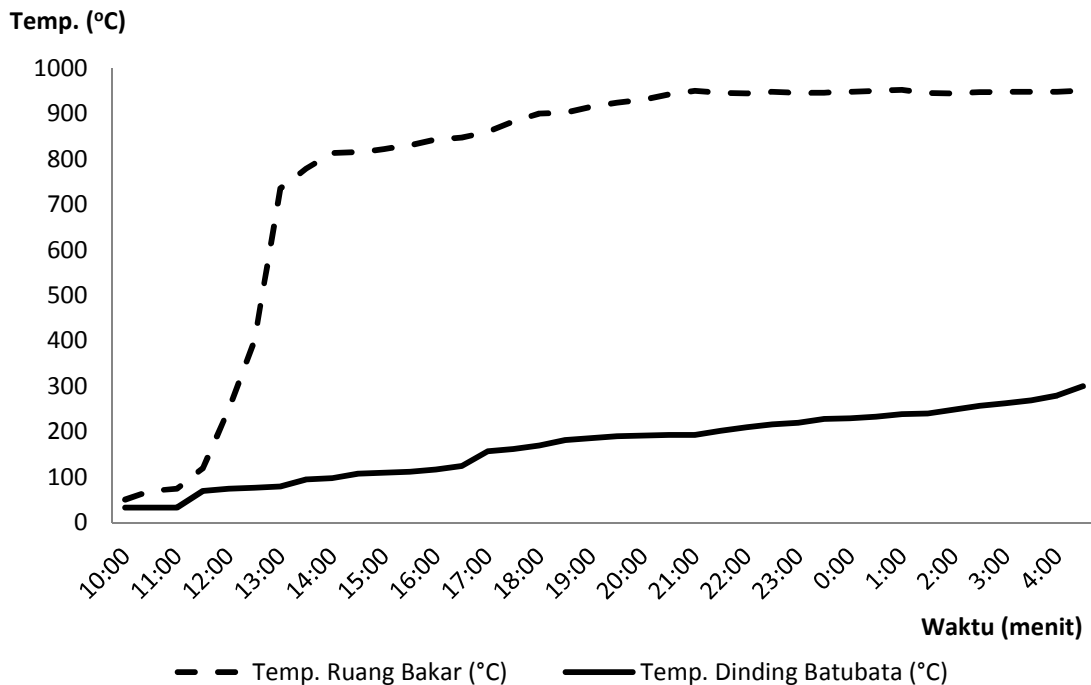


Gambar 4 Temperatur ruang bakar dan dinding batubata merah lorong api silinder

Pengujian di atas memakai bantuan semburan udara dari sebuah kompresor dengan kecepatan putaran 300 rpm yang konstan selama pengujian, temperatur air pendingin masuk dan ke luar rata-rata GasMin masing-masing adalah 53 °C dan 70 °C, dan temperatur udara atmosfer saat pengujian berkisar 26 °C sampai 33 °C dengan kecepatan angin rata-rata 0,9 m/s. Setelah pembakaran dihasilkan batubata merah yang baik sebesar 80 % dan 20 % rusak. Kerusakan batubata disebabkan oleh lorong api yang dibuat masih memerlukan temperatur lebih tinggi, butuh udara pembakaran yang lebih banyak, dan dinding tungku batubata diisolasi dengan rapat sehingga tidak ada kerugian panas ke atmosfer.



Gambar 5 Bentuk lorong api lurus dan hasil pembakaran batubata merah



Gambar 6 Temperatur ruang bakar dan dinding batubata merah lorong api lurus

Pembakaran batubata merah dengan tidak memakai silinder tahan api atau secara langsung dan lorong api lurus (gambar 5 dan 6) dengan dasar tungku dilapisi batubara BA 59 sebanyak 30 kg di dasar lorong api menghasilkan pembakaran batubata merah sebesar 95 % dan 5 % rusak. Kerusakan batubata disebabkan oleh karena lidah api tidak optimal membakar batubata merah di bagian ujung tungku. Temperatur pembakaran di tungku batubata merah mampu mencapai 950 °C.

Peralatan Gasifikasi mini ini juga menghasilkan limbah berupa arang bercampur abu dan kerak abu yang mengeras di bagian dalam reaktornya. Tabel 3 dan 4 menunjukkan hasil pengujian proksimat di laboratrium Dinas Pertambangan dan Energi Provinsi Sumatera Selatan.

Tabel 3 Data Analisis Proksimat arang sisa proses gasifikasi yang ke luar reaktor GasMin

No	Kode Contoh	Analisis Proksimat					CV (cal/gr)
		TM (% adb)	Ash (% adb)	VM (% adb)	FC (% adb)	TS (% adb)	
1	BA 59	15,99	4,44	15,00	64,57	0,37	5.808

Tabel 4 Data Analisis Proksimat kerak abu dalam reaktor GasMin

No	Kode Contoh	Analisis Proksimat					CV (cal/gr)
		TM (% adb)	Ash (% adb)	VM (% adb)	FC (% adb)	TS (% adb)	
1	BA 59	0,41	98,46	0,53	0,60	0,15	0

Terlihat dari hasil pengujian arang sisa proses gasifikasi (tabel 3) masih memiliki nilai kalori yang cukup tinggi sebesar 5.808 cal/gr, memiliki abu yang rendah hanya 4,44%, sebaliknya kerak abu (tabel 4) yang mengeras tidak lagi memiliki nilai kalori bahkan didominasi oleh abu sebesar 98,46%. Kerak abu dalam reaktor ini akan mengganggu proses gasifikasi batubara BA 59 dan perlu dikeluarkan saat proses pembersihan ruang reaktor.

5 KESIMPULAN

Dari hasil pengujian terapan peralatan gasifikasi mini ke industri batubata merah telah menghasilkan batubata merah yang berkualitas baik selama lebih kurang 20-25 jam operasi dengan jumlah batubara BA 59 yang digunakan sebanyak 72 kg. Temperatur ruang bakar secara bertahap menunjukkan kenaikan selama operasi dan mampu membakar batubata merah secara merata. Bila dibandingkan dengan penggunaan kayu sebagai bahan bakar oleh industri batubata merah terlihat penerapan teknologi gasifikasi batubara ini adalah solusi alternatif yang mampu menggantikan bahan bakar kayu dengan memodifikasi sistem ruang bakar batubata merah dan laju aliran gas dari peralatan gasifikasi mini. Limbah arang hasil gasifikasi masih dapat digunakan sebagai bahan pembuat briket dikarenakan nilai kalori masih cukup tinggi sebesar 5.808 kal/gr dan memiliki kadar abu yang rendah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada pimpinan PT Bukit Asam (Persero), Tbk selaku penyedia batubara BA 59, Kepala dan staf Balitbangnovda Provinsi Sumatera Selatan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, bapak Sutrisno sebagai teknisi, dan bapak Purwanto sebagai pemilik industri batubara merah yang telah bersedia memfasilitasi terlaksananya penelitian ini.

REFERENSI

- [1] Gerdes, Kristin, et al., “Current and Future Power Generation Technologies: Pathways to Reducing the Cost of Carbon Capture for Coal-Fueled Power Plants.” *Energy Procedia*, vol 63, pp.7541-7557, 2014.
- [2] Jing X, Wang Z, Yu Z, Zhang Q, Li C, Fang Y., “Experimental and Kinetic Investigations of CO₂ Gasification of Fine Chars Separated from a Pilot-scale Fluidized Bed Gasifier.” *Energy Fuels*, vol. 27, 2422-2430, 2013.
- [3] Li F H, Huang J H, Liu Q R, Jia J B, Wang Y, Fang Y T., “Effects of Refractory on Ash Fusion Characteristics for Xiaolongtan Lignite.” *Chemical Engineering (China)*, Vol. 40, pp. 75-79, 2012.
- [4] Nurhadi, Diniyati, D., Susanto, H., “Pengaruh Derajat Pengerinan Batubara Lignit terhadap Unjuk Kerja Gasifikasi *Allothermal*.” *Seminar Rekayasa Kimia dan Proses*, ISSN: 1411-4216, pp.D15-1-D15-7, 2010.
- [5] Sanjaya, Ari Susandy., Suhartono., Susanto, Herri., “Pemanfaatan Gasifikasi Batubara untuk Unit Pengerinan Teh.” *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, Vol. 5 No.2, pp.443-452, 2006.
- [6] Sinarep. “Perancangan Reaktor Gasifikasi Batubara pada Pengerinan Daun Tembakau Virginia di Nusa Tenggara Barat.” *Jurnal Dinamika Teknik Mesin*, Vol.1 No.2, pp.1-7, 2011.
- [7] Vidian, Fajri. “Gasifikasi Tempurung Kelapa Menggunakan *Updraft Gasifier* pada Beberapa Variasi Laju Alir Udara Pembakaran”. *Jurnal Teknik Mesin, Jurnal Keilmuan dan Terapan Teknik Mesin*, Vol. 10 No. 2, pp. 88-93, 2008.