

PEMANFAATAN PLASTIK DARI REJEK INDUSTRI KERTAS UNTUK BAHAN BAKAR

Yusup Setiawan¹, Sri Purwati, Aep Surachman, Reza Bastari I.W., Kristaufan Joko Pramono
Balai Besar Pulp dan Kertas, Jalan Raya Dayeuhkolot No. 132, Bandung
¹yusupsetiawan60@yahoo.com

Diterima: 4 April 2016, Revisi akhir: 13 Juni 2016, Disetujui terbit: 24 Juni 2016

UTILIZATION OF PLASTICS REJECT OF PAPER INDUSTRY FOR FUEL

ABSTRACT

Utilization of reject plastic pellet of paper mill which is waste paper as the raw material has been carried out. Making of reject plastic pellet was consisted of wet shredded process of reject using shredded machine, separation process of plastic and fiber with filtration process, and drying process of wet shredded plastic using centrifugal drainer machine and sun-drying. Dried shredded reject plastic was then formed plastic pellet using pellet machine. Plastic pellets produced has diameter of around 10 mm and a length of about 10-15 mm. Plastic pellets were analyzed for proximate analysis (moisture, ash, volatile matter and fixed carbon contents). In addition, it was also tested for calorific value, sulfur content, ash mineral content and the ash fusion temperature (AFT). The results indicate that the reject plastic pellets have a high calorific value (7,207-8,730 cal/g), low sulfur content (0.14 to 0.17%), low ash mineral content, and the Ash Fusion Temperature (AFT) above the operating temperature of the boiler (900°C). Reject plastic pellets in the amount of 4.25% of production capacity could potentially be used as a coal substitution for fuel boiler of paper mill with a low propensity of slagging and fouling in the boiler.

Keywords: coal, paper mill, pellets, plastic, reject, fuel

ABSTRAK

Penelitian pemanfaatan pelet plastik rejeK industri kertas berbahan baku kertas bekas telah dilakukan. Pembuatan pelet plastik dari rejeK meliputi tahapan proses pencacahan rejeK secara basah menggunakan mesin pencacah, proses pemisahan cacahan plastik dan serat dengan proses penyaringan, dan proses pengeringan cacahan plastik rejeK basah menggunakan mesin peniris sentrifugal dan panas sinar matahari. Cacahan plastik rejeK kering selanjutnya dibentuk pelet plastik menggunakan mesin pelet. Pelet plastik yang dihasilkan berdiameter 10 mm dengan panjang sekitar 10 – 15 mm. Pelet plastik dari rejeK dianalisis proksimat (kadar air, kadar abu, kadar zat terbang dan kadar karbon padat). Selain itu, pelet dianalisis juga nilai kalor, kadar sulfur, kadar mineral abu dan *Ash Fusion Temperature (AFT)*. Hasil menunjukkan bahwa pelet plastik dari rejeK memiliki nilai kalor tinggi (7.207 – 8.730 kal/g), kadar sulfur rendah (0,14 – 0,17%), kadar mineral abu rendah, dan *Ash Fusion Temperature (AFT)* di atas suhu operasi boiler (900°C). Pelet plastik rejeK sebanyak 4,25% kapasitas produksi berpotensi dapat digunakan sebagai substitusi batubara bahan bakar boiler industri kertas dengan kecenderungan terjadinya *slagging* dan *fouling* dalam boiler rendah.

Kata kunci : batubara, industri kertas, pelet, plastik, rejeK, bahan bakar

PENDAHULUAN

Industri kertas merupakan salah satu industri yang memberikan kontribusi besar bagi ekspor komoditi non-migas. Hasil survey lapangan penelitian sebelumnya (Setiawan dkk., 2014),

industri kertas yang memproduksi *corrugating medium* dan *kraft liner* menghasilkan rejeK *hydrapulper* sebesar 5 - 10% kapasitas produksi. Pengelolaan rejeK industri kertas yang diterapkan saat ini adalah melalui pembuangan ke *landfill* atau mengurangi jumlah ruah rejeK

dengan pembakaran di insinerator (Gavrilescu, 2008; Thacker, 2000; Oudi dkk., 2012). Hasil karakterisasi penelitian sebelumnya (Setiawan dkk., 2014), komponen rejek terdiri dari serat (potongan kertas) sebanyak 50,75% dan plastik sebanyak 49,25% (jenis plastik HDPE > 99%). Adapun kandungan logam dalam rejek *hydrapulper* berupa kawat jumlahnya sedikit. Rejek tersebut memiliki nilai kalor tinggi (5.600 - 7.000 kal/g) dan kadar sulfur rendah (0,15%). Setiawan dkk. (2014) menyatakan bahwa pembuatan pelet dari rejek industri kertas tidak memerlukan bahan pengikat (*binder*) untuk pembentukan pelet dan pelet rejek tidak berpotensi membentuk kerak di dalam boiler pada saat pembakaran. Pembuatan pelet dari rejek industri kertas sebagai bahan bakar telah diproduksi di Jepang dan banyak negara Eropa (Gavrilescu, 2008; Takenaka, 2009). Beberapa tahun terakhir terlihat adanya permintaan yang tinggi bahan bakar biomassa untuk boiler efisiensi tinggi, yang berasal dari kayu, plastik, rejek kertas dan plastik (*Refuse Paper and Plastic Fuel*), limbah ban bekas, lumpur, dan bahan daur ulang lainnya (Thacker, 2000; Onno, 2006; Nobuyuki dan Hiroyuki, 2011; Takenaka, 2009).

Pada saat ini, penelitian pemisahan plastik dan serat dari rejek untuk menjadi produk pelet plastik yang mempunyai nilai ekonomi atau pemakaian serat kembali di industri belum ada yang melakukannya. Bilamana pelet plastik rejek tersebut digunakan sebagai bahan bakar untuk substitusi batubara akan memiliki nilai kalor yang jauh lebih tinggi daripada rejek ataupun batubara. Pemanfaatan pelet plastik dari rejek sebagai bahan bakar untuk substitusi batubara bahan bakar boiler mempunyai beberapa keuntungan antara lain dapat mengurangi biaya penanganan rejek yang selama ini diangkut keluar

pabrik menggunakan jasa pihak luar pabrik, mengurangi pemakaian batubara sebagai bahan bakar boiler, dan menjadikan pabrik bersih dari rejek sehingga dapat meningkatkan kebersihan dan citra pabrik kertas dalam rangka mendukung program industri hijau. Makalah ini menguraikan proses pemisahan proses pemisahan plastik dari rejek dan pembuatan pelet plastik. Karakteristik pelet plastik dari rejek dan potensinya sebagai substitusi batubara bahan bakar boiler diuraikan juga dalam makalah ini. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan pemanfaatan plastik dari rejek menjadi bentuk pelet untuk digunakan sebagai bahan bakar.

BAHAN DAN METODE

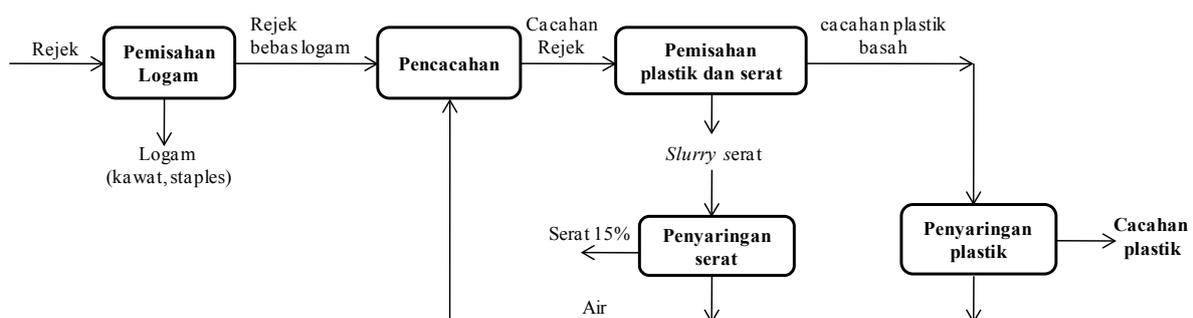
Bahan

Rejek *hydrapulper* dari 3 industri kertas yaitu CP, NI, dan PB yang berbahan baku kertas bekas jenis *Old Corrugated Carton (OCC)*, kertas bekas dari karton boks atau kardus, digunakan sebagai bahan untuk percobaan proses pemisahan plastik dan serat yang terkandung di dalamnya.

Metode

Pemisahan Plastik dan Serat dari Rejek

Pemisahan plastik dan serat dari rejek dilakukan seperti pada Gambar 1. Tahap awal percobaan adalah pemisahan logam yang ada dalam rejek *hydrapulper*. Rejek bebas logam dicacah dengan mesin pencacah untuk memisahkan plastik dan serat dari rejek melalui proses pencacahan rejek secara basah menggunakan air sebagai media untuk memudahkan pemisahannya. Mesin pencacah yang digunakan mempunyai pisau



Gambar 1. Diagram Alir Pemisahan Plastik dan Serat dari Rejek

pencacah dan *screen* berukuran lubang sekitar 4 mm untuk keluaran hasil pencacahan. *Slurry* cacahan rejek selanjutnya dipisahkan antara komponen serat dan plastiknya menggunakan saringan kain dan logam masing-masing berlubang pori sekitar 1 – 2 mm. Komponen plastik tertahan di dalam saringan dan komponen serat lolos saringan masih dalam bentuk *slurry*. Cacahan plastik basah yang dihasilkan kemudian dikeringkan dengan mesin sentrifugasi untuk menurunkan kadar airnya. Pengeringan cacahan plastik rejek dilanjutkan dengan menggunakan panas sinar matahari sampai kadar air < 10%. *Slurry* serat disaring menggunakan kain saringan berlubang dengan ukuran pori sekitar 1 mm untuk memisahkan seratnya.

Pembuatan Pelet Plastik dari Rejek

Cacahan plastik rejek kering (kadar air < 10 %) diumpukan ke dalam mesin pelet dan ditekan oleh *roller* logam berputar supaya masuk ke dalam plat cetakan yang berlubang banyak dengan masing-masing lubang memiliki diameter sekitar 10 mm. Cacahan plastik rejek ditekan masuk ke dalam lubang cetakan sehingga membentuk pelet. Pada bagian bawah mesin pelet dilengkapi dengan pisau pemotong untuk memotong pelet dengan panjang sekitar 15 mm. Pelet plastik yang dihasilkan berdiameter 10 mm dengan panjang 10 – 15 mm.

Analisis Bahan dan Produk

Analisis bahan dan produk mengacu kepada analisis batubara menggunakan metoda uji ASTM, gravimetri dan *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS). Analisis proksimat terdiri atas kadar air lembab (ASTM D.3173), kadar abu (ASTM D. 3174), kadar zat terbang (*Volatile Matter*) (ISO 562) dan karbon padat (*Fixed Carbon*) (ASTM D. 3172). Selain itu, dianalisis juga nilai kalor (ASTM D. 5865), kadar sulfur (ASTM D.4239), kadar mineral abu (gravimetri dan AAS), dan suhu fusi abu (*Ash Fusion Temperature/AFT*) (ASTM D.1857). Pengujian semua parameter tersebut dilakukan di laboratorium PT. Tekmira Bandung. Kecenderungan potensi terjadinya *slagging* dan *fouling* dari pelet plastik rejek pada saat pembakaran dihitung berdasarkan data hasil analisis kadar mineral abu menggunakan Persamaan 1 sampai dengan Persamaan 5 (Miles dkk., 1995).

$$\text{Rasio Basa-Asam (B/A)} = (\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) / (\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2) \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{Slagging Factor (SF)} = (\text{B/A}) \times \%S \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{Rasio Fe}_2\text{O}_3 - \text{CaO} = \text{Fe}_2\text{O}_3 / \text{CaO} \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CaO} (\%) = \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CaO} \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{Persentase Silika (\%)} = (\text{SiO}_2 \times 100) / (\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2) \dots\dots\dots (5)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Pemisahan Plastik dan Serat dalam Rejek

Hasil perhitungan neraca massa pemisahan komponen plastik dan serat rejek ditunjukkan pada Tabel 1. Tabel 1 menunjukkan bahwa banyaknya komponen serat dan plastik yang dapat dipisahkan dari rejek masing-masing adalah sebesar 14,92% dan 85,08%. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa komponen plastik masih mengandung serat yang menempel terikat pada permukaan plastik. Hasil identifikasi penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa jenis plastik dari rejek *hydrapulper* ini lebih dari 99% adalah jenis *High Density Polyethylene* (Setiawan dkk., 2014). Hasil perhitungan neraca massa menunjukkan bahwa plastik dari rejek jika dibuat pelet dapat untuk substitusi batubara sebagai bahan bakar boiler sehingga industri kertas dapat menghemat biaya pemakaian batubara sebesar 85,08% x 5% kapasitas produksi = 4,25% kapasitas produksi.

Tabel 1. Komposisi Rejek *Hydrapulper*

No	Komponen rejek	Rendemen (%)
1	Serat	14,92
2	Plastik	85,08

Pembuatan Pelet Plastik dari Rejek

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa selama pembuatan pelet menimbulkan panas dalam mesin pelet sampai 80 - 90°C. Hal ini dapat menyebabkan pelunakan plastik yang dapat merekatkan antar cacahan plastik sehingga dihasilkan pelet plastik rejek yang kompak

dan tidak mudah pecah. Percobaan pembuatan pelet plastik dari rejek menunjukkan bahwa pembuatan pelet dengan kadar air bahan < 15% dapat menghasilkan pelet plastik yang kompak tidak mudah pecah kembali. Keuntungan pembuatan pelet plastik dari rejek sebagai bahan bakar antara lain memudahkan penyimpanan dan pengangkutan, ukurannya seragam, kandungan debunya rendah, kepadatannya lebih tinggi dari bahan mentahnya, dan memudahkan pengumpanan ke dalam boiler (Gavrilescu, 2008; Nobuyuki dan Hiroyuki, 2011; Takenaka, 2009).

Karakteristik Potensi Pelet Plastik Rejek Industri Kertas sebagai Bahan Bakar Boiler

Hasil Analisis Proksimat, Nilai Kalor dan Kadar Sulfur

Hasil analisis proksimat, nilai kalor dan kadar sulfur pelet plastik rejek dari 3 industri kertas hasil percobaan dibandingkan dengan batubara, serpih kayu dan pelet rejek ditunjukkan pada Tabel 2. Tabel 2 memperlihatkan bahwa kadar air pelet plastik yang dihasilkan lebih rendah dari bahan lainnya. Kadar abu pelet plastik rejek dari 3 industri kertas lebih rendah dari batubara dan relatif hampir sama dengan kadar abu pelet rejek (Setiawan dkk., 2014; Oudi dkk., 2012). Kadar zat terbang dari pelet plastik rejek dari 3 industri kertas lebih rendah batubara tetapi

hampir sama dengan serpih kayu dan pelet rejek. Kadar karbon padat dari pelet plastik rejek dari 3 industri kertas tersebut semuanya dibawah kadar karbon padat batubara, serpih kayu dan pelet rejek. Kadar karbon padat dan zat terbang bahan bakar sangat berpengaruh terhadap sifat pengapian pada saat pembakaran bahan bakar dan terhadap banyaknya jumlah karbon yang terbakar (Tekmira, 2006; Budiraharjo, 2009). Perbandingan kadar karbon padat terhadap kadar zat terbang disebut dengan rasio bahan bakar (kadar karbon padat/kadar zat terbang). Bila rasio bahan bakar nilainya < 1,2 akan menghasilkan pengapian pembakaran bahan bakar yang baik dengan kecepatan pembakaran yang meningkat. Sebaliknya bila rasio bahan bakar > 1,2 akan menyebabkan banyak karbon yang tidak terbakar. Rasio bahan bakar semua pelet yang terbuat dari pelet plastik dan batubara nilainya < 1,2 (Tekmira, 2006; Budiraharjo, 2009). Hal ini menunjukkan pada proses pembakaran bahan bakar pengapiannya akan baik. Bila dibandingkan rasio bahan bakar dari pelet plastik nilainya lebih kecil daripada batubara. Hal ini menyebabkan sifat pengapian dan kecepatan proses pembakarannya akan lebih baik dan lebih cepat daripada batubara.

Penambahan pelet plastik ke dalam batubara akan sangat berguna terutama pada saat pembakaran awal dari batubara untuk menghidupkan boiler yaitu menyalakan batubara

Tabel 2. Karakteristik Pelet Plastik Rejek

No	Hasil Analisis	Satuan ¹⁾	Pelet Plastik			Batubara ²⁾	Serpih kayu ³⁾	Pelet rejek ³⁾
			CP	NI	PB			
1	Air lembap	%	2,47	2,41	1,13	10,69	3,7	7,6
2	Abu	%	6,70	9,14	9,08	12,94	0,3	8,8
3	Zat Terbang	%	86,32	84,32	84,67	37,89	86,6	73,5
4	Karbon padat	%	4,51	4,13	5,12	38,48	9,4	10,1
5	Rasio bahan bakar (Karbon padat/Zat Terbang)	-	0,052	0,049	0,060	1,016	0,108	0,137
6	Nilai Kalor	kal/g	8.730	7.207	7.502	5.240	3.680	5.473
7	Kadar Sulfur	%	0,17	0,14	0,15	0,80	<0,1	<0,1

Keterangan : ¹⁾Dasar kering; ²⁾Setiawan dkk., 2014; ³⁾Oudi dkk., 2012

akan lebih cepat dan singkat (Tekmira, 2006; Budiraharjo, 2009). Hasil analisis nilai kalor menunjukkan bahwa nilai kalor pelet plastik dari 3 industri kertas jauh lebih tinggi dari nilai kalor batubara yang digunakan sebagai bahan bakar boiler di industri kertas dan nilai kalor serpih kayu dan pelet rejek. Sedangkan hasil analisis kadar sulfur menunjukkan bahwa kadar sulfur pelet plastik dari 3 industri kertas jauh lebih rendah dari kadar sulfur batubara yang digunakan sebagai bahan bakar boiler di industri kertas tetapi lebih tinggi dari serpih kayu dan pelet rejek. Penggunaan pelet plastik dari rejek sebagai substitusi batubara bahan bakar boiler berpotensi menurunkan kadar SO₂ emisi boiler.

Kadar Mineral Abu dan Suhu Pelelehan Abu (AFT)

Hasil analisis kadar mineral abu pelet plastik dan batubara sebagai pembanding yang diambil dari data analisis percobaan sebelumnya ditunjukkan pada Tabel 3. Bila dibandingkan kadar mineral abu pelet plastik dari ke 3 industri kertas dan batubara, pada umumnya kadar mineral abu pelet plastik dari 3 industri kertas lebih rendah daripada batubara, kecuali untuk kadar mineral abu untuk mineral CaO dan Al₂O₃ pelet plastik dari industri CP dan NI. Kadar mineral abu dari bahan bakar sangat berguna sekali untuk mengevaluasi bahan bakar terhadap potensi terjadinya proses *slagging* dan *fouling* di dalam boiler pada saat proses pembakaran. Seperti diketahui bahwa *slagging* dan *fouling* adalah

fenomena menempel dan menumpuknya abu bahan bakar yang melebur pada pipa penghantar panas (*heat exchanger tube*) ataupun dinding boiler (Hare dkk., 2010). Kedua fenomena ini sangat serius karena dapat memberikan dampak besar pada operasional boiler, seperti masalah penghantaran panas, penurunan efisiensi boiler, dan tersumbatnya pipa. Fenomena menempelnya abu ini terutama dipengaruhi oleh kandungan mineral abu. Adanya senyawa Na₂O dan K₂O dalam abu akan membentuk senyawa dengan titik lebur rendah bila berikatan dengan unsur yang lain. Meningkatnya kecenderungan *slagging* juga akan diikuti oleh meningkatnya kecenderungan *fouling*, sesuai dengan kadar alkali dalam abu. Standar kualitas batubara yang digunakan di Jepang dan pembuat boiler baik di Eropa dan Amerika mempersyaratkan kadar Na₂O < 3%, kadar total alkali (Na₂O dan K₂O) < 3%, kadar CaO < 20%, dan kadar Fe₂O₃ kadarnya harus < 15% (Roderick, 1990; Tshifhiwa, 2008; Parthiban, 2011; Hiltunen dkk., 2010). Secara keseluruhan, kadar mineral dari pelet plastik dari rejek industri kertas semuanya berada dibawah kadar mineral abu standar batubara.

Hasil perhitungan beberapa parameter kriteria kecenderungan terjadinya *slagging* dan *fouling* menurut Miles dkk.(1995) disajikan pada Tabel 4. Tabel 4 menunjukkan bahwa baik pelet plastik rejek dari 3 industri kertas dan batubara yang digunakan sebagai bahan bakar boiler di industri kertas memiliki *slagging factor* yang rendah. Berdasarkan parameter rasio basa-asam, rasio Fe₂O₃-CaO, persentase Fe₂O₃+CaO dan

Tabel 3. Kadar Mineral Abu Pelet Plastik dan Batubara

No	Hasil Analisis	Satuan	Pelet Plastik			Batubara ²⁾
			CP	NI	PB	
1	Fe ₂ O ₃	%	0,36	6,98	tt ⁴⁾	8,01
2	CaO	%	2,80	7,95	0,70	2,25
3	MgO	%	0,30	1,08	tt	0,87
4	Na ₂ O	%	0,25	0,95	0,07	0,97
5	K ₂ O	%	0,06	0,55	0,04	1,62
6	SiO ₂	%	1,65	43,28	0,50	60,3
7	Al ₂ O ₃	%	1,40	30,60	1,02	23,6
8	TiO ₂	%	0,13	tt	tt	1,07

Keterangan : ⁴⁾tt = tidak terdeteksi

persentase silika, pada umumnya pelet plastik rejek industri kertas dan batubara kecenderungan terjadinya *slagging* dan *fouling* rendah sampai sedang.

Selain dari data mineral abu, potensi terjadinya *slagging* dan *fouling*, diprediksi dari hasil pengujian AFT. Pada pengujian AFT dilakukan pengukuran suhu deformasi awal (DT) yaitu temperatur di mana ujung kerucut abu pertama kali melunak. Selanjutnya diamati suhu pelunakan (ST) yang dianggap ketika tinggi kerucut sama dengan lebar kerucut, suhu hemisphere (HT) yaitu suhu ketika ketinggian kerucut adalah setengahnya lebar kerucut, dan suhu aliran (FT) yaitu suhu ketika ketinggian sampel adalah sekitar 1,5 mm. Hasil pengujian AFT dari pelet plastik dan batubara ditunjukkan pada Tabel 5. Tabel 5 memperlihatkan bahwa

pada kondisi reduksi suhu deformasi awal (DT) batubara adalah 1.415°C dan suhu pelunakannya (ST) pada 1.460°C. Sedangkan untuk pelet plastik rejek dari 3 industri kertas memiliki suhu deformasi awal (DT) 1.193 – 1.228°C dan suhu pelunakannya (ST) 1.195 – 1.283°C. Dari data tersebut terlihat bahwa pelet plastik rejek dari 3 industri kertas memiliki suhu pelunakan (ST) yang cukup tinggi (>1.150°C).

Dari hasil survei lapangan dan studi pustaka (Miles dkk., 1995; Nichol dan Flander, 1994, Samson dkk., 2000), suhu tungku *Circulating Fluidized Bed* (CFB) boiler dan *chain grate* boiler pada saat proses pembakaran di industri kertas umumnya adalah sekitar 900 – 1.100°C. Bila dibandingkan dengan suhu operasi boiler di industri kertas, suhu deformasi awal (DT) dan suhu pelunakan (ST) pelet plastik rejek

Tabel 4. Potensi Kecenderungan Terjadinya *Slagging* dan *Fouling* dari Pelet Plastik Rejek dan Batubara

No	Parameter	Kriteria kecenderungan <i>slagging</i> dan <i>fouling</i> (Miles dkk., 1995)			Pelet plastik rejek			Batubara ²⁾
		Rendah	Sedang	Tinggi	PT.CP	PT.NI	PT.PB	
		< 0,4	> 0,7	0,4-0,7	1,19	0,24	0,53	
2	<i>Slagging Factor</i> (SF)	< 0,6	0,6-2,0	2,0-2,6	0,20	0,03	0,08	0,13
3	Rasio Fe ₂ O ₃ -CaO	< 0,3	0,3-3,0		0,13	0,88	0,00	3,56
4	Fe ₂ O ₃ +CaO (%)	< 10	-		3,16	14,93	0,70	10,26
5	Persentase Silika (%)	72-80	65-72		32	73	42	84

Tabel 5. Suhu Pelelehan Abu dari Pelet Plastik Rejek dan Batubara

No	Bahan	Kondisi Reduksi (<i>Reducing Atmosphere</i>)				Kondisi Oksidasi (<i>Oxidizing Atmosphere</i>)			
		DT (°C)	ST (°C)	HT (°C)	FT (°C)	DT (°C)	ST (°C)	HT (°C)	FT (°C)
		1	Pelet plastik rejek industri CP	1.197	1.207	1.232	1.254	1.248	1.265
2	Pelet plastik rejek industri NI	1.193	1.195	1.202	1.221	1.215	1.216	1.221	1.233
3	Pelet plastik rejek industri PB	1.228	1.282	1.329	1.386	1.334	1.362	1.372	1.385
4	Batubara ²⁾	1.415	1.460	1.470	1.495	1.465	1.495	>1.500	>1.500

Keterangan : DT = Deformation Temperature/Suhu Deformasi; ST = Softening Temperature/Suhu pelunakan; HT = Hemisphere Temperature/Suhu Hemisphere; FT = Flow Temperature/Suhu Alir

dari 3 industri kertas masih diatas suhu operasi boiler di industri kertas. Hal ini berarti bahwa bila pelet plastik rejek industri kertas digunakan sebagai bahan bakar boiler yang dioperasikan pada suhu 900 – 1.100°C, mineral abu pelet plastik rejek belum sampai terjadi pelunakan sehingga fenomena *slagging* dan *fouling* belum terjadi dalam boiler (Hare dkk., 2010; Miles dkk., 1995; Lu dan Do, 1991). Hal ini menunjukkan bahwa pelet plastik dari rejek berpotensi dapat digunakan sebagai substitusi batubara bahan bakar boiler dengan kecenderungan terjadinya fenomena *slagging* dan *fouling* di boiler pada saat proses pembakaran rendah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Komponen plastik dan serat dari rejek industri kertas dapat dipisahkan masing-masing sebesar 85,08% dan 14,92% dengan proses pencacahan secara basah dan penyaringan. Pembuatan pelet dengan kadar air bahan < 15% dapat menghasilkan pelet plastik rejek yang kompak tidak mudah pecah. Pelet plastik rejek memiliki nilai kalor tinggi (7.207 - 8.730 kal/g), rendah kadar abu dan kadar sulfur. Kadar mineral abu pelet plastik dari rejek industri kertas memenuhi persyaratan standar batubara. Pelet plastik rejek industri kertas memiliki suhu deformasi awal dan suhu pelunakan diatas suhu operasi boiler (900 – 1.100°C) sehingga pelet plastik dari rejek industri kertas berpotensi dapat digunakan sebagai substitusi batubara bahan bakar boiler dengan kecenderungan terjadinya fenomena *slagging* dan *fouling* rendah. Pemanfaatan pelet plastik dari rejek industri kertas sebagai substitusi batubara bahan bakar boiler berpotensi dapat menghemat biaya pemakaian batubara industri kertas sebesar 4,25%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pimpinan dan semua pihak yang telah membantu terlaksananya kegiatan penelitian ini di Balai Besar Pulp dan Kertas (BBPK) Kementerian Perindustrian.

DAFTAR PUSTAKA

Gavrilescu, D., 2008. Energy from Biomass in Pulp and Paper Mills. *Environmental Engineering and Management Journal*, 7(5), 537–546

- Hare, N., Rasul, M.G., Moazzem, S., 2010. A Review on Boiler Deposition/Fouling Prevention and Removal Techniques for Power Plant, Recent Advances in Energy and Environment. In: *Proceedings of the 5th IASME/ESEAS International Conference on Energy & Environment (EE'10)*, pp. 217–222
- Lu, G.Q., Do, D.D., 1991. A Kinetic Model for Coal Reject Pyrolysis at Low Heating Rates. *Journal of Fuel Processing Technology*, 28(1), 35–48
- Miles, T.R., Baxter, L.L., Bryers, R.W., Jenkins, B.M., Oden, L.L., 1995. *Alkali Deposit. Summary Report for National Renewable Energy Laboratory*, US Department of Energy National Council for Air and Stream Improvement, Inc. (NCASI), 2005. *Calculation Tools for Estimating Greenhouse Gas Emissions from Pulp and Paper Mills*, Version 1.1, NC, USA: Research Triangle Park
- Nichol, W.E., Flander, L.N., 1994. An Evaluation of Pelletizing Technology or How to Convert Trash to Fuel. *TAPPI Proceeding of Engineering Conference*, pp. 915–921
- Nobuyuki, N., Hiroyuki, S., 2011. *CFB Combustion Control System for Multiple Fuels*. JFE Technical Report, No. 16 (Mar. 2011)
- Onno, K., 2006. *Environmental Innovation Dynamic in the Pulp and Paper Industry*. European Commission. DG Environment. Institute for Environmental Studies, Vrije Universiteit de Boelelaan, Amsterdam, Netherlands
- Oudi, M., Brammer, J., Hornung, A., Kay, M., 2012. Waste to Power. *Tappi Journal*, 11(2), 55–64
- Roderick, H.M., 1990. Fireside Deposits in Coal-fired Utility Boilers. *Prog. Energy Combust. Sci.*, 16, 235–241
- Setiawan, Y., Purwati, S., Surachman, A., Reza Bastari I. W.; Hardiani, H., 2014, Pelet Reject Industri Kertas sebagai Bahan Bakar Boiler. *Jurnal Selulosa*, 4(2), 57 - 64
- Thacker, W.E., 2000. Beneficial Use OCC and Poly Reject. 2000 *International Environmental Conference and Exhibit*, 1, 39–53
- Tshifhiwa, M., 2008. *Identification of Sintering and Slagging Materials: Characterization of Coal, Ash and Non-coal Rock Fragments*. School of Chemical and Metallurgical Engineering, Faculty of Engineering and the Built Environment, University of the Witwatersrand, Johannesburg
- Budiraharjo, I., 2009. *Slagging and Fouling*. Available online at <http://www.wordpress.com>, Diakses 8 Oktober 2013.

- Hiltunen, M. Barišić, V., Coda Zabetta, E., 2010. *Combustion of Different Types of Biomass in CFB Boilers*. Available online at <http://www.researchgate.net>, diakses 8 Desember 2014.
- Parthiban, K.K., 2011. *Innovative Solution for Controlling Slagging and Fouling in Coal Fired Coal BFBC and CFBC Boilers*. Available online at <http://www.venus-boiler.com>, diakses 8 Desember 2014.
- Samson, R., Duxbury, P., Drisdelle, M., Lapointe, C. 2000. *Assessment of Pelletized Biofuels*. Available online at <http://www.pelletstove.com>, diakses 9 September 2012
- Takenaka, M., 2009. *Waste Plastic Solid Fuel: RPF (Refused Paper and Plastic Fuel)*. Available online at <http://www2.gec.jp>, diakses 8 Februari 2012.
- Tim Kajian Batubara Nasional, Pusat Litbang Teknologi Mineral dan Batubara (Tekmira), 2006. *Batubara Indonesia*. Available online at www.tekmira.esdm.go.id, diakses 27 April 2012
- Tim Kajian Batubara Nasional, Pusat Litbang Teknologi Mineral dan Batubara (Tekmira), 2006. *Batubara Indonesia*. Available online at www.tekmira.esdm.go.id, diakses 27 April 2012