

PEMANFAATAN ADITIF DARI BATUBARA PERINGKAT RENDAH UNTUK PEMBUATAN KOKAS METALURGI

The Use of Additive Using Low Rank Coal for Metallurgical Coke Making

NINING S. NINGRUM, MIFTAHUL HUDA dan SUGANAL

Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara
Jalan Jenderal Sudirman 623, Bandung 40211
Telp. 022 6030483, Fax. 022 6003373
e-mail: ninings@tekmira.esdm.go.id

ABSTRAK

Dalam rangka meningkatkan efisiensi proses pembuatan kokas, telah dilakukan penelitian pembuatan aditif (bahan pengikat) untuk meningkatkan kekerasan kokas agar tidak mudah hancur pada saat digunakan. Aditif ini dibuat dari batubara peringkat rendah asal Jambi. Batubara dicampur dengan pelarut ter fraksi cair 250-350°C dengan perbandingan 4:6 dalam otoklaf kapasitas 5 L, selanjutnya dihidrogenasi. Kondisi proses hidrogenasi 400°C, tekanan gas awal hidrogen 50 bar dan waktu reaksi selama 60 menit. Residu produk hidrogenasi dicampur dengan batubara bituminus yang berasal dari Tuhup, Marunda dan Ombilin dengan variabel perbandingan berat batubara dan aditif. Campuran batubara dan aditif ini kemudian dikarbonisasi dalam *furnace*, pada suhu 900°C dengan pengaturan suhu awal 24°C, kecepatan pemanasan 5°C/menit. Setelah suhu mencapai 300°C kemudian dinaikkan menjadi 900°C dengan kecepatan pemanasan 2°C/menit dan waktu reaksi selama 60 menit. Dalam penelitian ini diamati pengaruh persentase batubara dan aditif terhadap karakteristik kokas yang dihasilkan seperti kuat tekan, berat jenis dan nilai muai bebas. Hasil pengamatan menyimpulkan bahwa batubara peringkat rendah dapat dibuat aditif untuk pembuatan kokas dengan menghasilkan kokas Tuhup dan Marunda yang mempunyai kuat tekan 81,76 dan 54,4 kg/cm². Namun, penambahan aditif tidak berpengaruh terhadap kuat tekan kokas Ombilin. Berat jenis kokas relatif meningkat dengan penambahan aditif. Kokas Ombilin mempunyai berat jenis yang tinggi yakni 0,50. Penambahan aditif juga meningkatkan nilai muai bebas kokas Tuhup dari 8 menjadi 9, sebaliknya menurunkan nilai muai bebas kokas Marunda dan Ombilin.

Kata kunci: aditif, kokas, kuat tekan, berat jenis dan nilai muai bebas

ABSTRACT

To improve the efficiency of coke making process, a research on additive preparation was performed to eventually render the coke hardness and strong enough during its utilization. The additive was prepared using low rank coal originated from Jambi area. The coal was mixed with a fractionated-solvent at 250 – 350°C with a composition of 4:6 in a 5 L autoclave followed by hydrogenation. The hydrogenation process was set up at 400°C with a pressure of 50 bars for 60 minutes. The residue was then mixed with bituminous coal originated from Tuhup, Marunda, and Ombilin areas using ratios of coal weight to additive as variables. The mixture of coal and additive was then carbonized in a furnace at 900°C (initial temperature = 24°C) with heating rate of 5°C/minutes. Once the furnace's temperature reached 300°C, it was then increased up to 900°C with heating rate of 2°C/minutes for 60 minutes. The effect of coal percentage and additive on coke characteristics (i.e. compressive strength, density, and swelling index-FSI) was observed. The results show that low rank coal can be utilized as additive for coke making. The cokes of Tuhup and Marunda reveal compressive strength of about 81.76 and 54.4 kg/cm². However, the addition of such additive has no effect to the compressive strength of the Ombilin coke. The density of all types of the cokes was relatively increased due to the additive. Ombilin coke being the highest density (i.e. 0.5). For swelling index (FSI), the addition of additive increased the FSI of the Tuhup coke from 8 to 9, but it decreased the FSI of the Marunda and Ombilin cokes.

Keywords : additive, coke, strength, density and Free Swelling Index

PENDAHULUAN

Ketergantungan terhadap kokas pengecoran impor mengakibatkan industri kecil pengecoran besi sering mengalami kesulitan karena terganggunya pasokan kokas impor. Jumlah impor kokas tahun 2010 sebesar 61.735 ton dan umumnya berasal dari China (BPS, 2011). Kegiatan litbang pembuatan kokas dari batubara peringkat rendah telah cukup lama dilakukan oleh Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara. Produk kokas yang diperoleh telah diujicoba penggunaannya di PT Multi Guna, Ceper sebagai kokas pengecoran. Hasil ujicoba menunjukkan bahwa kokas tersebut dapat digunakan sebagai kokas dasar dan kokas muat. Bahan baku untuk pembuatan kokas pengecoran berupa batubara yang mempunyai spesifikasi antara lain kadar abu maksimal 5% dan kadar total sulfur maksimal 1%. Dalam rangka penerapan secara komersial proses pembuatan kokas pengecoran perlu didukung cadangan batubara yang memenuhi syarat seperti tersebut di atas. Berdasarkan data dari Direktorat Pembinaan Program Mineral dan Batubara, dalam buku Pertambangan Mineral dan Batubara 2011 diperoleh gambaran bahwa cadangan yang memenuhi syarat bahan baku kokas pengecoran tersebar di Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Kalimantan Tengah dan Sumatera Selatan dengan jumlah cadangan mencapai 1.928.000.000 ton (Direktorat Pembinaan Program Mineral dan Batubara, 2011).

Penelitian ini bertujuan meningkatkan efisiensi proses untuk menghemat biaya produksi sehingga produk layak untuk dikomersialkan. Tahap efisiensi pada proses pembuatan kokas adalah memanfaatkan batubara peringkat rendah sebagai aditif yang bertujuan untuk meningkatkan kekerasan kokas agar tidak mudah hancur pada saat digunakan. Selama ini, bahan pengikat yang digunakan adalah aspal yang hanya menghasilkan kokas jenis kokas pengecoran. Untuk jenis kokas metalurgi, perlu dikembangkan aditif yang berasal dari hasil hidrogenasi batubara.

Penelitian aditif ini mengacu pada penelitian terdahulu, yang menyatakan bahwa batubara peringkat rendah dari Jambi, Pendopo dan Wahau setelah melalui proses hidrogenasi menjadi batubara *caking coal* cocok untuk dijadikan aditif pembuatan kokas (Ningrum dkk., 2012). Berdasarkan hasil penelitian pada tahun 2012 tersebut, batubara Jambi digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan bahan aditif dan kemudian dicampur dengan batubara Tuhup, Marunda dan Ombilin untuk dibuat kokas. Dalam penelitian ini diamati pengaruh penam-

bahan aditif yang dibuat dari batubara peringkat rendah terhadap pembuatan kokas dari batubara bituminus (Tuhup, Marunda dan Ombilin).

Pembuatan aditif dari batubara peringkat rendah dilakukan dengan menambahkan hidrogen (hidrogenasi) ke dalam batubara. Proses hidrogenasi merupakan proses pemutusan ikatan rantai hidrokarbon stabil, sehingga tidak terjadi reaksi re-kondensasi yang akan membentuk arang. Pemanasan dan hidrogenasi batubara akan menghasilkan produk batubara dengan nisbah H/C yang tinggi dan O/C yang rendah. Batubara yang mempunyai H/C tinggi dan O/C rendah mempunyai kecenderungan bersifat *caking* sehingga dapat dipakai sebagai bahan pengikat atau bahan aditif dalam pembuatan kokas. Hidrogen untuk keperluan hidrogenasi tersebut bisa diperoleh dari *coke oven gas*, sehingga biaya produksi pembuatan *artificial caking coal* dari batubara dalam negeri yang banyak cadangannya dapat bersaing dengan *coking coal import*.

Hidrogenasi batubara dapat mengubah *steam-coal* menjadi batubara *caking coal*. Saat ini kebutuhan *caking coal* untuk industri besi dan baja di Indonesia diimpor terutama dari Australia. Banyak cara mengubah *non caking coal* menjadi *caking coal* yang mempunyai kualitas tinggi. Para peneliti di Amerika Serikat telah mengembangkan proses hidrogenasi batubara pada tekanan tinggi (> 70 atm) dan suhu lebih dari 400°C untuk menghasilkan *solvent refined coal* (SRC) yang berkadar abu rendah dan dapat digunakan sebagai aditif pembuatan kokas (Steel Handbook, 1982).

Metode lain untuk menghasilkan bahan aditif adalah dengan cara ekstraksi pelarut. Kelarutan batubara dapat ditingkatkan dengan cara menggunakan pelarut yang sesuai, menaikkan suhu reaksi, mengecilkan ukuran partikel dan melakukan proses perlakuan awal. Pelarut aromatik lebih baik dibandingkan pelarut alifatik. Semakin tinggi suhu, semakin tinggi kelarutan batubara. Kelarutan batubara dapat ditingkatkan dari 40% menjadi 90% dengan meningkatkan suhu ekstraksi dari suhu kamar menjadi mendekati 400°C. Keberadaan air sangat mengganggu proses ekstraksi karena air tidak bisa melarutkan batubara dan melemahkan kekuatan pelarut organik (Haupt, 2006). Untuk itu diperlukan proses penurunan kadar air sebelum dihidrogenasi. Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Ningrum dkk. (2012) proses *hydrothermal* sebelum dihidrogenasi dapat meningkatkan nilai kalor batubara dan kandungan hidrogen terkoreksi serta menurunkan oksigen terkoreksi. Berdasarkan

penelitian ini proses *treatment* sebelum hidrogenasi diperlukan untuk mendapatkan aditif dengan hasil yang optimal.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Benk (2010) memperlihatkan bahwa aditif dapat dibuat dari campuran *pitch* dengan resin fenol kemudian dihidrogenasi pada temperatur 200°C selama 2 jam. *Pitch* dapat diperoleh dengan cara mengekstraksi batubara. Produk yang dihasilkan dicampur dengan batubara kemudian dikarbonisasi. Kokas yang dihasilkan mempunyai daya rentang (*tensile strength*) 50,45 mn/m². Apabila temperatur hidrogenasi dinaikkan sampai 950°C aditif yang dihasilkan kemudian dicampur batubara, kemudian dikarbonisasi dapat menghasilkan kokas dengan daya rentang yang tinggi yakni 71,85 mn/m².

Karbonisasi batubara menjadi kokas akan meliputi beberapa perubahan fisik dan kimiawi yang sangat kompleks. Beberapa perubahan fisik tersebut adalah pelunakan, devolatilisasi, pengembangan dan akhirnya pemadatan kembali. Perubahan kimiawi yang terjadi antara lain perengkahan (*cracking*), de-polimerisasi, polimerisasi dan kondensasi (Perry, 2008 dan Hardarshan, 2007). Laju penguraian zat terbang batubara meningkat dengan naiknya temperatur, pemanasan berlangsung sampai temperatur 2000°C (Fidaros, 2006). Setelah pelepasan zat terbang diperoleh kokas padat dengan kandungan zat terbang sekitar 1,5 % yang terdiri atas H₂ dan N₂.

Batubara yang digunakan pada pembuatan kokas sebaiknya berupa batubara jenis *coking coal*. Pemanasan batubara jenis *coking coal* pada saat proses karbonisasi akan menghasilkan gumpalan butiran kokas yang kuat dan padat. Batubara Indonesia umumnya tidak mengkokas, sehingga kokas yang dihasilkan tidak keras, cenderung rapuh dan remuk. Oleh karena itu, perlu modifikasi pada proses pembuatannya, yaitu melalui pembriketan dan dilanjutkan dengan proses rekarbonisasi briket kokas.

Secara umum kegunaan kokas metalurgi (Diez dkk., 2002) adalah:

- sebagai sumber panas, kokas bereaksi dengan oksigen dari tiupan udara menghasilkan panas untuk proses reaksi kimia, melelehkan logam dan *slag*,
- sebagai bahan kimia (*chemicals*), kokas bereaksi dengan oksigen dan CO₂ membentuk gas pereduksi untuk proses reduksi oksida metal,

- sebagai pembentuk unggun yang kuat, berpori dan media *permeable* agar sirkulasi dan distribusi gas pereduksi optimal.

METODOLOGI

Bahan

Batubara peringkat rendah yang berasal dari Jambi digunakan sebagai bahan baku pembuatan aditif, besi laterit dari Pulau Sebuku sebagai katalis dan pelarut adalah fraksi cair 250-350°C hasil distilasi ter yang merupakan produk samping dari gasifikasi batubara. Untuk pembuatan kokas digunakan batubara yang berasal dari Tuhup, Marunda dan Ombilin.

Pembuatan Aditif dari Batubara

Batubara Jambi yang berukuran butir -200 mesh dicampur dengan pelarut ter fraksi cair 250-350°C dengan perbandingan 4:6 berat/berat dimasukkan ke dalam otoklaf kapasitas 5 L. Kondisi proses hidrogenasi berdasarkan hasil penelitian Ningrum dkk (2012), yaitu tekanan gas awal hidrogen 50 bar, jumlah katalis besi laterit yang berukuran -325 mesh 28,12 gram, suhu proses 400°C dan waktu proses 60 menit. Produk selanjutnya didistilasi menghasilkan fraksi minyak dan residu. Residu yang diperoleh adalah aditif, dikeringkan kemudian ditumbuk sampai berukuran -1 mm.

Pembuatan Kokas

Batubara bituminus (Tuhup, Marunda dan Ombilin) kering yang berukuran butir 3 mm (8 mesh) dicampur dengan aditif dari batubara Jambi hasil hidrogenasi dengan variabel persen berat. Komposisi batubara bituminus mulai dari 90%, 80%, 70%, 60%, dan 50% serta komposisi aditif mulai dari 10%, 20%, 30%, 40% dan 50%. Komposisi bahan-bahan mengacu pada berat batubara yang digunakan 100% yaitu 400 gram. Selanjutnya dikarbonisasi dalam tungku pada suhu 900°C dengan pengaturan suhu awal 24°C, kecepatan pemanasan 5° C/menit. Setelah suhu mencapai 300°C kemudian dinaikkan menjadi 900°C dengan kecepatan pemanasan 2°C /menit dan waktu reaksi selama 1 jam. Setelah selesai, tungku didinginkan. Produk kokas yang dihasilkan dikeluarkan dan ditimbang untuk mendapatkan berat kokas, lalu diuji terhadap kuat tekan, berat jenis dan nilai muai bebas (FSI).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Batubara

Untuk mengetahui karakteristik dan peringkat batubara yang digunakan dalam pembuatan aditif dan pembuatan kokas dilakukan analisis proksimat, ultimat, nilai kalor dan nilai muai bebas (FSI). Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 1. Peringkat batubara ditentukan dari tahapan-tahapan yang telah dilalui batubara mulai dari sisa-sisa tumbuhan yang membusuk sampai pada tahap pembentukan antrasit.

Berdasarkan hasil analisis yang tertera pada Tabel 1, dapat dilihat bahwa kandungan oksigen dalam batubara Jambi, relatif tinggi. Hal ini merupakan karakter dari batubara peringkat rendah. Melalui proses hidrogenasi, kandungan oksigen diharapkan turun dan kandungan hidrogen akan naik.

Menurut Jordan (2006) karakteristik kokas sangat dipengaruhi oleh parameter batubara asal. Dari Tabel 1 juga dapat dilihat bahwa batubara Tuhup dan Marunda kandungan oksigennya relatif kecil, yaitu < 5%. Kedua batubara tersebut termasuk ke dalam batubara peringkat tinggi dilihat dari nilai kalor, zat terbang dan karbon padat. Berdasarkan hasil uji nilai muai bebas, batubara Tuhup dan Marunda mempunyai sifat mengembang dengan nilai muai bebas masing-masing 8 dan 6. Batubara lainnya untuk bahan baku pembuatan kokas adalah Ombilin juga termasuk batubara peringkat tinggi. Berdasarkan hasil analisis nilai kalor, zat terbang dan karbon padat, batubara Tuhup, Marunda dan Ombilin diharapkan dapat dibuat kokas dengan

aditif yang dibuat dari batubara Jambi.

Pengaruh Persentase Batubara dan Aditif terhadap Nilai Kuat Tekan Kokas

Hasil pengamatan terhadap pengaruh perbandingan batubara dan aditif terhadap kuat tekan dapat dalam satuan KN (kilo newton) dan kg/cm² dilihat pada Gambar 1 dan 2.

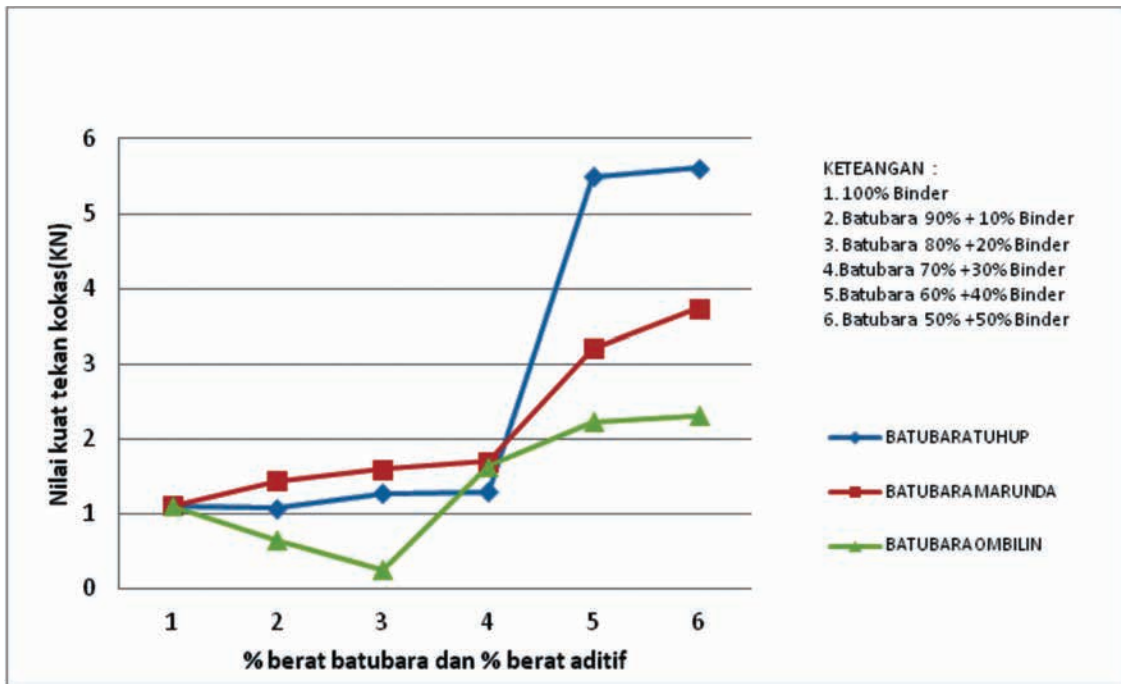
Berdasarkan Gambar 1 dan 2 dapat dikatakan bahwa kuat tekan untuk batubara Tuhup cenderung meningkat signifikan sampai pada kondisi perbandingan batubara Tuhup dan aditif 60 : 40% kemudian naik sedikit dan stabil pada perbandingan batubara Tuhup : aditif 50 : 50%. Kuat tekan tertinggi yakni 5,6 kilo newton (KN) atau 81,76 kg/cm² diperoleh pada perbandingan batubara Tuhup dan aditif 50 : 50%.

Hasil pengamatan pengaruh perbandingan batubara dan aditif terhadap kuat tekan kokas untuk batubara Marunda, menunjukkan bahwa pada saat perbandingan persentase batubara Marunda dan aditif 90 : 10% nilai kuat tekan mengalami peningkatan, sampai pada perbandingan persentase batubara Marunda dan aditif 50 : 50%. Nilai kuat tekan tertinggi diperoleh pada perbandingan persentase batubara Marunda dan aditif 50 : 50% yakni 3,7 KN atau 54,4 kg/cm².

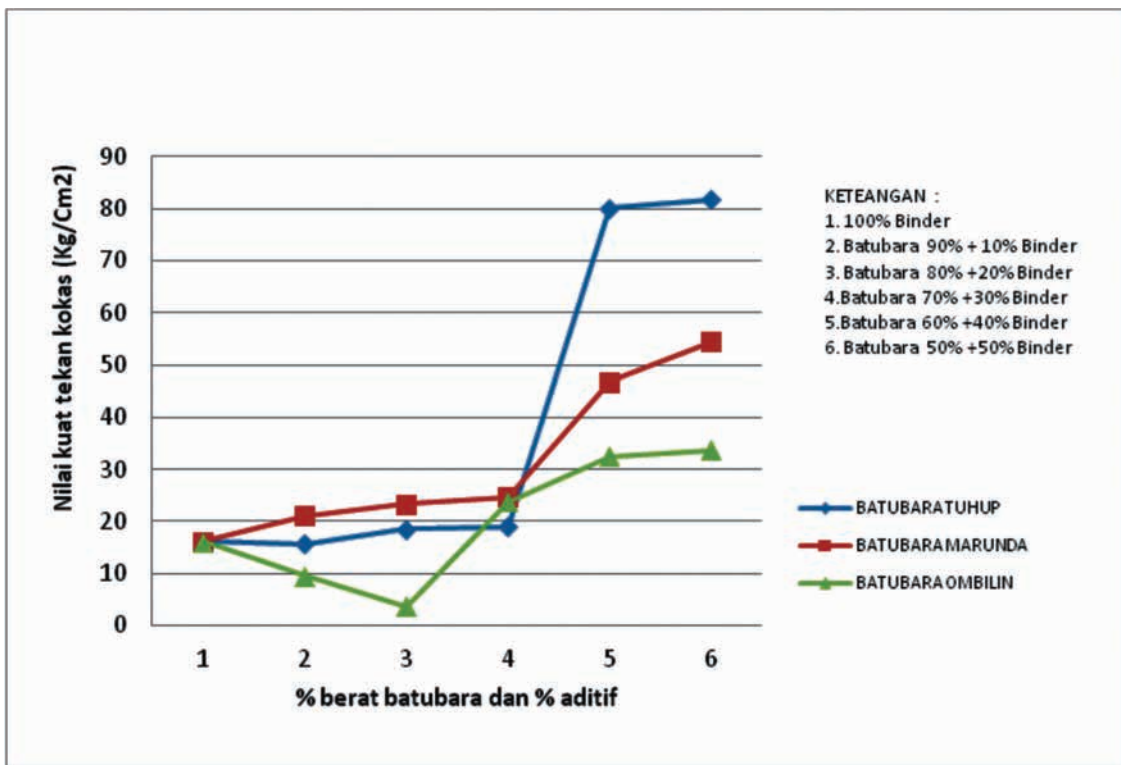
Dari Gambar 1 dan 2 juga menampilkan pengaruh persentase berat batubara Ombilin dan aditif batubara terhadap kuat tekan kokas. Kokas yang dibuat dari batubara Ombilin dengan penambahan aditif 10% kuat tekannya naik tapi kemudian menurun

Tabel 1. Proksimat, ultimat dan nilai kalor batubara

Parameter Analisis	Jambi	Tuhup	Marunda	Ombilin
Air lembab (% adb)	10,46	0,85	1,80	7,32
Abu (% adb)	2,71	5,17	5,90	4,28
Zat terbang (% adb)	45,08	26,96	37,81	34,43
Karbon padat (% adb)	41,75	67,02	54,49	53,97
Karbon (% adb)	63,73	83,85	82,33	76,13
Hidrogen (% adb)	5,50	5,21	5,01	5,62
Nitrogen (% adb)	0,85	1,72	2,12	1,59
Total sulfur (% ad81b)	0,08	0,55	0,11	1,09
Oksigen (% adb)	27,13	3,50	4,53	11,29
Nilai kalor (kal/g, adb)	5.715	8.241	7.743	7.040
Nilai Muai Bebas (FSI)	0	8	6	2,5



Gambar 1. Pengaruh perbandingan persentase batubara Tuhup, Marunda, Ombilin dan aditif terhadap nilai kuat tekan kokas (KN)



Gambar 2. Pengaruh perbandingan persentase batubara Tuhup, Marunda, Ombilin dan aditif terhadap nilai kuat tekan kokas (kg/cm²)

pada saat perbandingan batubara dan aditif 80 : 20% selanjutnya meningkat perlahan sampai pada perbandingan batubara dan aditif 50 : 50%. Pada perbandingan batubara dan aditif 50:50% kuat tekannya mencapai 2,3 KN atau 33,68 kg/cm².

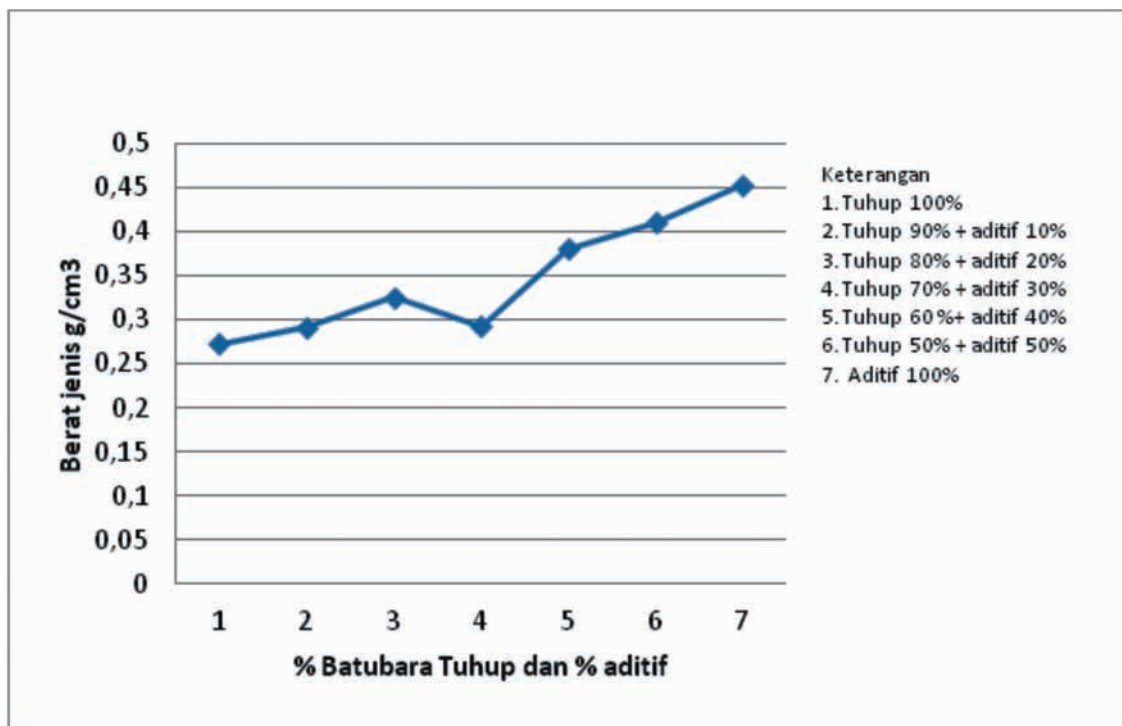
Dari ke dua gambar di atas disimpulkan bahwa kenaikan kuat tekan kokas berbeda tergantung dari karakteristik batubara asal. Pada umumnya kandungan abu, air dan sulfur mempengaruhi kuat tekan kokas. Nilai kuat tekan yang tertinggi diperoleh dari kokas yang dibuat dari batubara Tuhup dengan penambahan aditif 50% yakni 5,6 KN. Nilai kuat tekan tertinggi untuk batubara Marunda pada penambahan aditif 50% yakni 3,7 KN. Penambahan aditif terhadap batubara Ombilin cenderung sedikit pengaruhnya terhadap kuat tekan kokas Ombilin, hal ini disebabkan karena batubara Ombilin tidak bersifat mengkokas dan daya ikat batubara terhadap aditif sangat lemah. Hal ini juga dipengaruhi oleh kandungan air batubara, kandungan air batubara Tuhup dan Marunda < 2%, sedangkan batubara Ombilin > 5%. Kuat tekan batubara Tuhup lebih tinggi dari kuat tekan Marunda, hal ini cenderung disebabkan oleh kemampuan daya ikat batubara Tuhup dengan aditif lebih kuat dari pada daya ikat batubara Marunda.

Pengaruh Persentase Batubara dan Aditif terhadap Berat Jenis Kokas

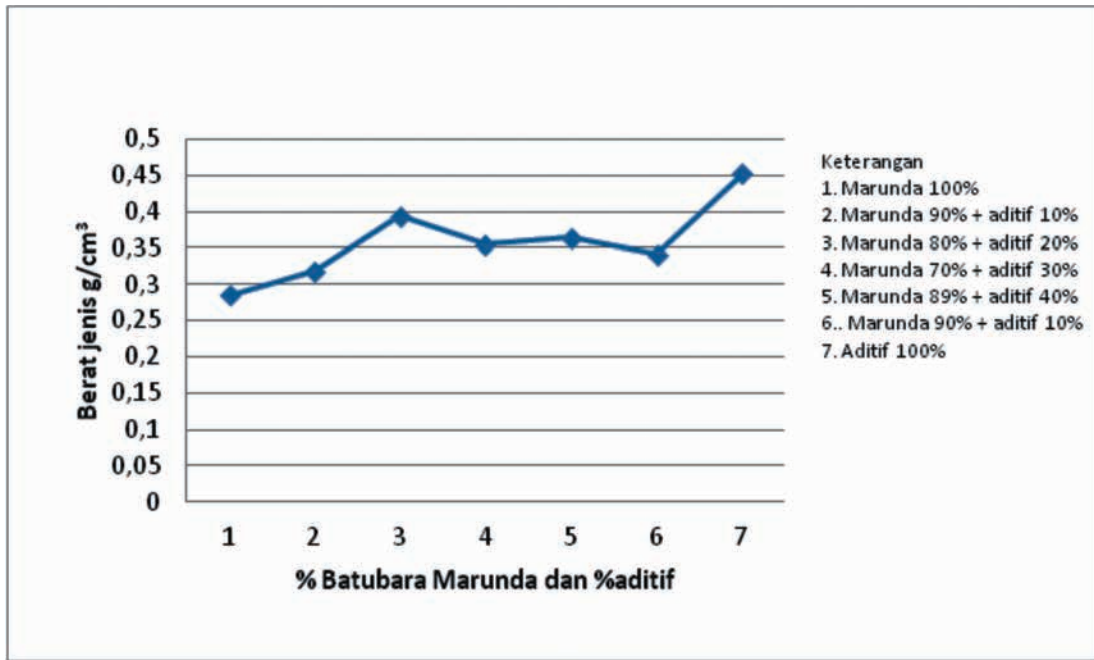
Berat jenis kokas merupakan salah satu karakteristik yang perlu diketahui, karena dengan diketahuinya berat jenis akan diketahui rongga atau pori dari kokas tersebut. Hasil dari pengamatan variabel persentase batubara dan aditif terhadap berat jenis kokas dapat dilihat pada Gambar 3, 4 dan 5.

Dari Gambar 3 terlihat bahwa berat jenis kokas naik seiring dengan naiknya penambahan aditif, kecuali ada penurunan pada kokas yang dibuat dari perbandingan batubara Tuhup dan aditif 70 : 30%. Hal ini berarti penambahan aditif berdampak terhadap rongga di dalam kokas. Kokas yang dibuat dari batubara Tuhup tanpa penambahan aditif mempunyai berat jenis 0,27, setelah ditambah aditif dengan perbandingan batubara dan aditif 50 : 50% naik menjadi 0,41.

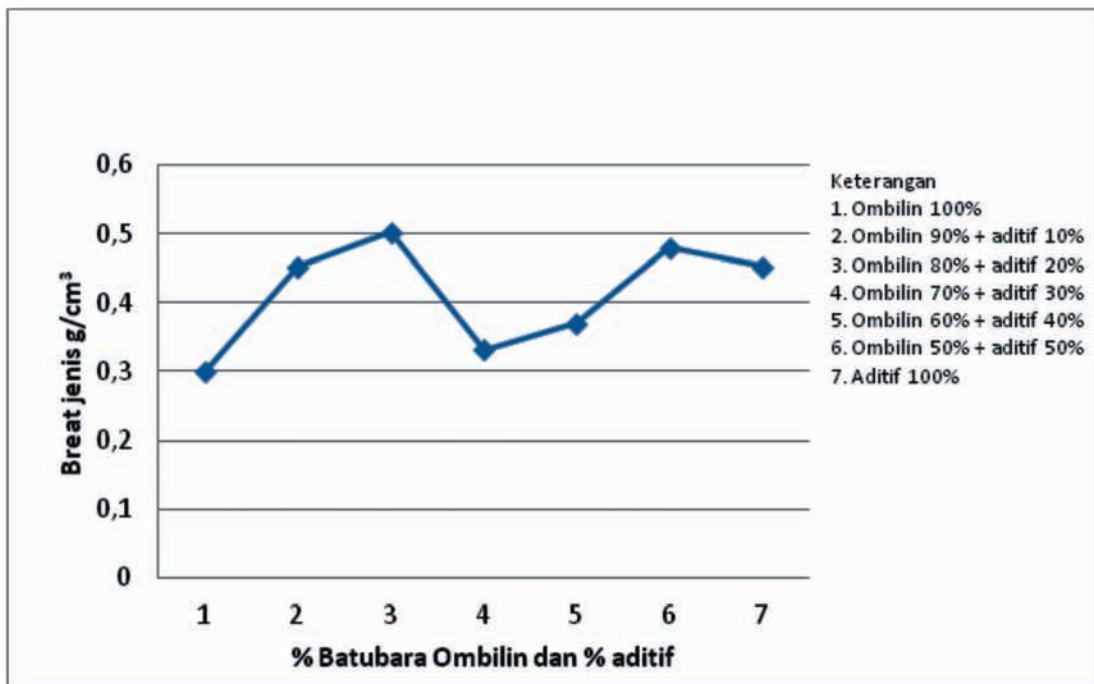
Gambar 4 menampilkan pengaruh penambahan aditif terhadap berat jenis kokas Marunda. Hasil yang diperoleh berbeda dengan kokas dari batubara Tuhup, terlihat kurvanya fluktuatif. Berat jenis kokas tertinggi yang dihasilkan setelah penambahan aditif dan batubara dalam perbandingan 20% : 80% yakni



Gambar 3. Pengaruh perbandingan persentase batubara Tuhup dan aditif terhadap berat jenis kokas



Gambar 4. Pengaruh perbandingan persentase batubara Marunda dan aditif terhadap berat jenis kokas



Gambar 5. Pengaruh perbandingan persentase batubara Ombilin dan aditif terhadap berat jenis kokas

0,39 kemudian turun sampai 0,34 pada penambahan aditif 50%. Menurut kurva pada Gambar 4 dapat disimpulkan bahwa untuk memperoleh

berat jenis yang tinggi dari batubara Marunda ini penambahan aditifnya cukup 20%.

Untuk batubara Ombilin seperti terlihat pada Gambar 5, berat jenis tertinggi diperoleh dari perbandingan persentase batubara dan aditif 70% : 30% yakni 0,50. Dari Gambar 3, 4 dan 5 dapat dikatakan pengaruh penambahan aditif terhadap batubara Tuhup, Marunda dan Ombilin menghasilkan kokas dengan berat jenis relatif berbeda. Hal ini ada hubungannya dengan kadar abu batubara asal. Menurut Cengizler dan Kemal (2006) suhu karbonisasi mempengaruhi berat jenis kokas, makin tinggi suhu karbonisasi makin tinggi berat jenis kokas. Batubara Ombilin mempunyai kandungan abu yang paling kecil dibandingkan dengan batubara Tuhup dan Marunda sehingga kokas yang dibuat dari batubara Ombilin mempunyai berat jenis yang lebih tinggi dibandingkan dengan kokas yang dibuat dari batubara Tuhup dan Marunda pada kondisi yang sama. Artinya kokas yang dibuat dari batubara Ombilin cenderung mempunyai rongga yang lebih kecil dibandingkan dengan kokas Tuhup dan Marunda.

Pengaruh Persentase Batubara dan Aditif terhadap Nilai Muai Bebas

Nilai muai bebas merupakan salah satu karakteristik yang menunjukkan bahwa batubara atau kokas tersebut mengembang. Dalam penelitian ini juga diamati pengaruh persentase batubara dan aditif terhadap nilai muai bebas, hasilnya tercantum dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis nilai muai bebas kokas hasil percobaan

No	% Batubara: % Aditif	Nilai Muai Bebas Kokas		
		Tuhup	Marunda	Ombilin
1	100:0	8	6	2,5
2	90 : 10	9	6	1
3	80 : 20	9	3,5	1
4	70 : 30	9	1	1
5	60 : 40	9	1	1
6	50 : 50	9	1	1
7	0 : 100	0	0	0

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa penambahan aditif berpengaruh terhadap batubara Tuhup yang menghasilkan kokas dengan nilai muai bebas naik

dari 8 menjadi 9. Nilai muai bebas kokas Marunda setelah penambahan aditif 10% tidak mengalami perubahan. Selanjutnya makin banyak aditif yang ditambahkan, nilai muai bebasnya mengalami penurunan sampai mencapai 1. Pengaruh negatif dari penambahan aditif terjadi pada kokas Ombilin yakni menurunkan nilai muai bebas menjadi 1.

Berdasarkan data nilai muai bebas pada Tabel 2, batubara peringkat rendah yang digunakan sebagai aditif mempunyai nilai muai bebas = 0 setelah dihidrogenasi masih tetap tidak mengalami kenaikan, seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Shuidkk (2011) terhadap batubara peringkat rendah setelah dilakukan perlakuan awal dengan uap air nilai muai bebasnya tidak mengalami peningkatan. Dari penelitian ini dapat dikatakan bahwa pengaruh penambahan aditif tidak berpengaruh terhadap nilai muai bebas kokas.

Percobaan pembuatan kokas dengan aditif dari hasil hidrogenasi batubara peringkat rendah menghasilkan kokas yang mempunyai nilai kuat tekan untuk kokas Tuhup (81,76 kg/cm²) hampir sama dengan kuat tekan kokas metalurgi yang mempunyai kuat tekan minimal 97 kg/cm², sedangkan untuk kokas Marunda dan Ombilin masih relatif rendah yakni 54,4 kg/cm² untuk kokas Marunda sedangkan kokas Ombilin kuat tekannya 33,68 kg/cm².

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan:

- Penambahan aditif yang dibuat dari batubara peringkat rendah dalam pembuatan kokas menghasilkan kokas Tuhup yang mempunyai kuat tekan 5,6 KN (81,76 kg/cm²). Penambahan aditif mendapatkan kualitas fisik kokas Tuhup yang hampir setara dengan kokas metalurgi impor dari jenis *coking coal* yaitu minimal 97 kg/cm².
- Pengaruh penambahan aditif terhadap kuat tekan kokas Marunda dan Ombilin relatif masih rendah (54,4 dan 33,68 kg/cm²).
- Berat jenis kokas naik dengan penambahan aditif. Berat jenis kokas Tuhup, Marunda dan Ombilin berturut-turut 0,41, 0,39 dan 0,50.
- Penambahan aditif tidak mempengaruhi nilai muai bebas kokas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara yang telah memberi bantuan baik moril maupun materil sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Benk, A., 2010. Utilisation of the binders prepared from coal tar pitch and phenolic resins for the production metallurgical quality briquettes from coke breeze and the study of their high temperature carbonization behavior, *Fuel Processing Technology*, Vol. 91, Issue 9, p. 1152-1161.
- BPS, 2011. *Statistik industri menengah-besar tahun 2010*.
- Cengizler, H and Kemal, M., 2006. Formcoke production from char fines of hard brown coals by air curing, *Mineral processing and extractive metallurgy (Trans. Inst. Min. Metall. C)* Vol. 115, No. 3, pp. 132-138
- Diez, M.A., Alvarez, R. And Barriocanal, C., 2002. Coal for metallurgical coke production: prediction of coke quality and future requirements fo cokemaking, *International Journal of Coal Geology* 50, p. 389-412.
- Direktorat Pembinaan Program Mineral dan Batubara, 2011. *Profil perusahaan pertambangan mineral dan batubara Indonesia 2011*, Jakarta.
- Fidasos, D.K., 2006. *Numerical modelling of flow and transport processesin a calciner for cement production*, Department of Mechanical and Industrial Engineering, University of Thessaly, Athens, www.sciencedirect.com, hal 81-95.
- Hardarshan, S., 2007. *Coke production for blast furnace ironmaking*, <http://www.answer.com>
- Haupt, P., 2006. Effective solvent extraction of coal and subsequent separation process, *Master Thesis*, Chemical Engineering Department, University of Pretoria.
- Jordan, P., 2006. *Characterising coals for coke production and assessing coke*, A project report submitted to the Faculty of Engineering and the Bulit Environment, University of the Witwatersrand, in patial fulfilment of the requirements for the degree of Maters of Science in Engineering. Johannesburg, 111 p.
- Ningrum, N.S., Huda, M., Prijono, H., Hernawati, T., Agustiana, L., Syahrial, Paidi, Maulizat, Y., Sumiati, T., Astiti, M.W. dan Kusmana, D. (2012). *Pembuatan aditif dari batubara peringkat rendah (lignit) untuk kokas metalurgi*, Laporan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral, Bandung, 42 hal.
- Perry, RH, 2008. *Chemical Engineers' Handbook*, Seventh edition, Mc Graw Hill Book, India.
- Shui, H., Li, H., Chang, H., Wang, Z., Gao, Z., Lei, Z. and Ren, S., 2011. Modification of sub-bituminous coal by steam treatment: caking and coking properties, *Fuel Processing Technology* 92, pp. 2299-2304.
- Steel Handbook, 1982. *Iron Making & Steel Making Vol. II*, Japanese Patent No. 666580 (PCT/JP2006/304011), p. 212.