

PENGARUH WAKTU REKARBONISASI DAN PENGGUNAAN BINDER PADA PEMBUATAN BRIKET KOKAS

¹Erlina Yustanti, ²Marta Pramudhita, ³Mutiara Aghniya

¹Staf Dosen Jurusan Teknik Metalurgi FT.Untirta

²Staf Dosen Jurusan Teknik Kimia FT.Untirta

³Mahasiswa Jurusan Teknik Metalurgi FT.Untirta
Jl.Jenderal Sudirman KM 03 Cilegon Banten 42435
email:erlina.yustanti@ui.ac.id

ABSTRAK

Indonesia salah satu negara yang mengkonsumsi kokas dalam jumlah tinggi, namun untuk keperluan industri peleburan besi dan baja masih mengimpor dari luar negeri seperti Jepang, China dan Taiwan. Cadangan batubara di Indonesia 65% dikategorikan sebagai batubara muda jenis *non-coking coal* yang belum dimanfaatkan secara optimal. Dengan alasan tersebut diperlukan pengembangan batubara jenis *non-coking coal* sebagai bahan baku industri metalurgi melalui metode *coal blending*. *Blending* batubara dilakukan dengan pencampuran lignit dan *coking coal* dengan komposisi tertentu untuk mendapatkan kekuatan kokas yang memenuhi standar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui indeks kekuatan kokas dan nilai kalori briket kokas. Pengujian kekuatan kokas dilakukan untuk mengetahui kekuatan dinamis kokas dengan diputar dalam *I-type tumbler test*. Untuk membuat briket kokas pada awalnya kedua batubara *coking coal* dan lignit dilakukan preparasi pada ukuran butir -40# mesh berjumlah 60%wt dan -60# mesh berjumlah 40% wt, dilanjutkan karbonisasi awal batubara lignit pada temperatur 1000 °C selama 4 jam dan *blending* batubara *coking coal* dan lignit pada perbandingan (80-20) % dengan penambahan binder *recovered oil* (9, 12, 15) wt% dan *additive damdex* 8% wt, kemudian dilakukan *briquetting* dengan tekanan 150 kg/cm². Selanjutnya variasi waktu rekarbonisasi pada temperatur 1000 °C selama 2, 3, dan 4 jam untuk menghasilkan briket kokas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kalori lignit meningkat setelah karbonisasi awal. Dari penelitian ini berhasil dibuat briket kokas dengan nilai indeks kekuatan maksimum mencapai 96,064% pada penggunaan binder 12% dan waktu rekarbonisasi selama 4 jam.

Kata kunci: binder, *coal blending*, indeks kekuatan kokas, nilai kalori.

ABSTRACT

Indonesia one of the countries that consume high amounts of coke, but for the purposes of the iron and steel smelting industry was importing from overseas such as Japan, China and Taiwan. Coal reserves in Indonesia 65% categorized as lignite types of non-coking coal is not used optimally. For these reasons the development of coal required type of non-coking coal as raw materials metallurgical industry through coal blending method. Blending is done by mixing lignite coal and coking coal with a specific composition to obtain the strength of coke that meet the standards. The purpose of this study was to determine the index of the strength of coke and coke briquettes calorific value. Coke strength testing was conducted to determine the dynamic strength of coke with playing in the I-type tumbler test. To make coke briquettes initially both coking coal and lignite coal preparation performed at -40 # mesh particle size was 60 wt% and -60 # mesh amounted to 40 wt%, followed by the beginning of lignite coal carbonization at a temperature of 1000 ° C for 4 hours and blending of coal coking coal and lignite in comparison (80-20)% with the addition of binders recovered oil (9, 12, 15) wt% and 8 wt% additive damdex, briquetting then performed with a pressure of 150 kg / cm². Furthermore, the time variation in the temperature of 1000 ° C rekarbonisasi for 2, 3, and 4 hours to produce coke briquettes. The results showed that the calorific value of lignite increased after the initial carbonization. From this study successfully created coke briquettes with maximum strength index value reached 96.064% at 12% and the use of binders rekarbonisasi time for 4 hours.

Keywords: binder, blending coal, coke strength index, caloric value.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri manufaktur, *real estate* dan industri automobil menyebabkan kebutuhan besi baja di dunia semakin meningkat. Sebagai mana diketahui bahwa material utama untuk memproduksi besi dan baja adalah biji besi (*iron ore*) dan kokas (*coke*). Dari hasil penelitian sebelumnya [Stromquist, B., Forsberg, S., Edberg, N., 1989] dilaporkan bahwa untuk memproduksi satu ton besi cair (*hot metal*) adalah diperlukan hampir setengah ton kokas.

Kondisi saat ini, sebagian kokas untuk memenuhi keperluan tersebut terpaksa mengimpor dari luar negeri seperti Jepang, China dan Taiwan. Indonesia memiliki banyak batubara, namun kebanyakan masih bersifat muda. Batubara yang biasa digunakan untuk membuat kokas adalah jenis batubara bituminus. Karena ketersediaan jumlah bituminus yang terbatas maka Indonesia terpaksa mengimpor dari negara-negara tersebut. Mengingat kokas adalah salah satu komoditi yang sangat penting dalam proses peleburan besi, maka usaha atau pengembangan untuk pemenuhan kokas dalam negeri sangat diperlukan sekarang ini. Peran kokas dalam proses peleburan besi adalah sangat dominan, yaitu pertama sebagai bahan bakar untuk memproduksi energi panas supaya berlangsungnya reaksi kimia dalam proses peleburan, kedua yaitu sebagai agen pereduksi untuk penyedia gas karbon monoksida pada proses mereduksi biji besi (*iron ore*) menjadi besi murni (*pig iron*), ketiga adalah sebagai tempat tumpuan untuk proses pemisahan antara besi cair (*hot metal*) dengan abu cair (*slag*).

Indonesia memiliki sumber daya batubara kualitas rendah dengan cadangan terbanyak yaitu dari total 105 miliar ton [ESDM, 2011], sebanyak 58% jenis lignit, 27% jenis sub-bituminus, 14% jenis bituminus, 1% jenis antrasit. Batubara kualitas rendah ini merupakan batubara jenis *non-coking coal*.

Dari penelitian sebelumnya diperoleh informasi bahwa sekitar 65% cadangan batubara yang ada di Indonesia adalah dikategorikan sebagai batubara muda dan batubara tersebut masih belum dimanfaatkan secara optimal. Batubara mempunyai tingkatan kualitas yang berbeda-beda yang menyebabkan hasil pembakarannya pun menjadi tidak seragam. Hal inilah yang menjadi pertimbangan banyak orang dalam penggunaannya.

Kokas sebagai bahan baku proses pembuatan baja di dalam *blast furnace*, kokas dihasilkan dari pemanasan batubara jenis *coking coal*. Batubara lainnya yang tidak memiliki kemampuan untuk dijadikan kokas merupakan batubara jenis *non-coking coal*. Indonesia memiliki sumberdaya batubara kualitas rendah dengan jumlah cadangan terbanyak. Batubara kualitas rendah ini lebih banyak merupakan batubara jenis *non-coking coal*. Oleh karena itu, dilakukan pengembangan batubara jenis *non-coking coal* di Indonesia sebagai bahan baku industri metalurgi yaitu dengan cara metode *coal blending*. Metode *coal blending* merupakan proses pencampuran batubara jenis *coking coal* dan *non-coking coal* dengan perbandingan komposisi tertentu. Metode ini dilakukan agar batubara jenis *non-coking coal* yang melimpah di Indonesia dapat dimanfaatkan sebagai kokas.

Penggunaan briket kokas dalam tanur tinggi sebagai bahan bakar, reduktor dan sumber energi mengharuskan kokas memiliki nilai kalori dan kuat tekan yang tinggi. Untuk meningkatkan kualitas dari briket kokas perlu dilakukan proses karbonisasi (pemanasan awal) dengan campuran bahan pengikat (*binder*) serta bahan *additive* *damdex*. Bahan pengikat yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari *recovered oil* proses *rolling*. Dari penelitian sebelumnya dilaporkan bahwa *recovered oil* menghasilkan hidrokarbon dan terbebas dari kandungan air. Selain itu penggunaan *recovered oil* ini juga merupakan salah satu pemanfaatan limbah yang ada. Bahan tambahan yang digunakan yaitu *damdex*, yang berfungsi sebagai pengeras. Kokas yang akan dihasilkan nantinya dapat digunakan sebagai pembuatan kokas metalurgi pada industri pembuatan besi baja, terutama industri yang menggunakan *blast furnace*, yang menggunakan kokas sebagai bahan bakar dan reduktor.

Pada pembuatan briket ini dilakukan analisa kinetika reaksi yang terjadi pada proses karbonisasi. Kecepatan reaksi ditentukan oleh kecepatan terbentuknya zat hasil dan kecepatan pengurangan reaktan. Dengan kinetika dapat diketahui besar laju reaksi yang terjadi, sehingga dapat dikendalikan dan diupayakan agar laju reaksi lebih besar sehingga dapat mengefisienkan proses karbonisasi tersebut. Hal ini tentunya sangat berguna bagi dunia industri demi terciptanya keefektifan proses dalam suatu industri.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kokas dan Teknologi Pembuatan Kokas

Kokas merupakan hasil pirolisis dari bahan organik dengan kandungan karbon yang sangat tinggi yang mana setidaknya bagian di dalam kokas tersebut telah melewati fase cair atau kristal-cair selama proses karbonisasi dan terdiri dari karbon non-grafit. Kebanyakan bahan-bahan pembentuk kokas adalah karbon yang dapat berbentuk grafit. Struktur mereka adalah campuran dari tekstur optik dengan berbagai ukuran, dari isotropik optik hingga anisotropi (-200um diameter). (Bahan Bacaan OJT CE Meter)

Bila batubara dipirolisis atau didestilasi dengan memanaskannya tanpa kontak dengan udara, ia akan terkonversi menjadi zat padat, cair, dan gas. Dalam prakteknya, suhu tanur dijaga di atas 900° C, tetapi bisa juga berkisar antara 500° C sampai 1000° C. Produk utamanya (menurut beratnya) adalah kokas. Jika unit itu

menggunakan suhu 450° C sampai 700° C, proses tersebut disebut karbonisasi suhu rendah (*low-temperature carbonization*), sedangkan pada suhu diatas 900° C, disebut karbonisasi suhu tinggi (*high-temperature carbonization*). Kokas merupakan bahan baku dalam pembuatan anoda karbon yang akan digunakan dalam proses elektrolisis sebagai kutub positif. (Bahan bacaan OJT CE Meter)

Kokas merupakan hasil dari proses karbonisasi batubara pada temperatur tertentu tanpa menggunakan udara. Sebagai akibat dari kenaikan temperatur maka material yang terkandung dalam batubara sebagian akan terlepas keluar. Peristiwa ini sering disebut dengan proses *devolatilization*. Selama proses *devolatilization*, dimana kandungan dalam batubara seperti misalnya hidrogen, oksigen, nitrogen dan sulfur akan terlepas keluar sebagai gas produk dan sisanya adalah bongkahan kristal yang berpori umumnya adalah kandungan karbon. Sebagai akibat terlepasnya sebagian material yang terkandung dalam bongkahan batubara dapat menyebabkan terjadinya penurunan massa secara keseluruhan.

Pada proses karbonisasi, batubara pada awalnya mengkerut, kemudian mengembang ketika *volatile matter* mulai menguap, dan akhirnya terbentuklah gumpalan kokas. Dilatasi merupakan perubahan volume yang terjadi pada proses karbonisasi. Proses ini sangat penting untuk diketahui, agar penentuan jumlah batubara konsumsi *coke oven* dapat dilakukan dengan tepat sehingga prosesnya menjadi aman.. *Audibert-Arnou dilatometry* adalah alat untuk mengukur perubahan volume yang terjadi pada proses karbonisasi.

Coking coal adalah batubara yang ketika dipanaskan pada temperatur tinggi tanpa udara mengalami tahapan plastis sementara, yaitu secara berurutan mengalami pelunakan, pengembangan, dan memadat kembali menjadi kokas. Kokas sebagai bahan baku proses pembuatan baja di dalam *blast furnace*, kokas dihasilkan dari pemanasan batubara jenis *coking coal*. *Coking coal* adalah jenis batubara yang memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan baku kokas metalurgi (*metallurgical coke*), umumnya dari jenis batubara bituminous.

2.2. Pencampuran Batubara (*Coal Blending*)

Pencampuran batubara atau yang lebih dikenal dengan *coal blending* adalah proses pencampuran antara dua jenis batubara atau lebih dengan proporsi perbandingan dan metode tertentu. Dalam industri penambangan, pencampuran bertujuan untuk memenuhi standar kualitas yang sesuai dengan permintaan konsumen. Dalam pelaksanaan pencampuran harus mengikuti hasil perhitungan secara teoritis yang telah didukung oleh analisis skala laboratorium agar didapat kualitas batubara yang diharapkan. Prinsip kerja pencampuran adalah mencampur dua jenis batubara atau lebih yang berbeda kualitas dengan proporsi perbandingan yang telah ditentukan, hasil pencampuran harus benar-benar homogen (tercampur rata) agar didapat hasil perhitungan yang akurat.

Dalam hal ini pencampuran dilakukan terhadap batubara yang berbeda nilai kalori, kandungan sulfur dan kandungan abu, sehingga kualitas batubara hasil campuran merupakan perpaduan dari parameter kualitas batubara yang dicampur. Atau dengan kata lain batubara yang memiliki kualitas rendah (nilai kalori rendah dan kandungan sulfur tinggi), dapat dicampur dengan batubara yang memiliki kualitas tinggi (nilai kalori tinggi dan kandungan sulfur rendah) dan dapat memenuhi batasan-batasan persyaratan untuk memenuhi permintaan konsumen. Pencampuran batubara dilakukan untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan yang diinginkan, dengan komposisi yang homogen.

Pencampuran ini diutamakan pada produksi kokas untuk kekuatan yang sesuai terutama *coke strength after reaction* (CSR), meskipun kehilangan sejumlah masa. Teknologi pembuatan kokas dari batubara jenis *coking* telah dikenal, namun penggunaannya terhadap batubara Indonesia untuk menghasilkan kokas dengan kualitas yang memenuhi persyaratan masih belum diperoleh, Karena jenis batubara yang terdapat di Indonesia kebanyakan hanya batubara non *coking*, sehingga pengolahannya hanya semikokas saja. Secara umum pertimbangan *volatile matter* dalam pencampuran batubara sekitar 26-29% baik untuk pengkokasan. Oleh karena itu, perbedaan tipe batubara, dicampur secara *proportional* untuk memperoleh tingkat *volatility* sebelum pengkokasan dimulai. Istilah-istilah dalam proses pembuatan kokas, yaitu: *Plastic Properties* (CSN(*crucible swelling number*), *Fluidity*, *Dilation*). *Plasticity* menunjukkan kemampuan batubara meleleh dan terikat. *Plasticity* merupakan kemampuan untuk mengalami proses pelunakan, reaksi kimia, pembebasan gas, dan memadat kembali dalam *coke oven*. *Plasticity* sangat dibutuhkan dalam proses *coke blend* untuk menentukan kekuatan akhir dari produk kokas. Fluiditas dari sifat plastis merupakan faktor utama untuk menentukan berapa banyak batubara yang digunakan untuk pencampuran. *Crucible swelling number* (CSN) adalah salah satu tes *plasticity* untuk mengamati *caking properties* batubara, yang paling sederhana dan mudah dilakukan. *Caking* adalah kemampuan batubara membentuk gumpalan yang mengembang selama proses pemanasan.

2.3. Analisa dan Pengujian Kokas

Pengujian kekuatan kokas dilakukan untuk mendapatkan informasi apakah ada pengaruh antara waktu rekarbonisasi dengan kekuatan terhadap kekerasan abrasi dan kekuatan terhadap daya pecah. Kokas yang telah diproduksi berdasarkan perbedaan temperatur karbonisasi dilakukan pengujian kekuatan dengan menggunakan

alat *I-type tumbler test*. Hasil dari test tersebut diperoleh kokas terpecah menjadi partikel halus dan partikel kasar.

Penilaian kualitas batubara ditentukan oleh beberapa parameter yang terkandung dalam batubara yang ditemukan dari sejumlah analisis di laboratorium, parameter kualitas batubara umumnya terdiri dari nilai kalori (*calorific value*), kandungan sulfur (*total sulfur*), kandungan air total (*total moisture*), analisa proksimat (*proximate analysis*), dan analisis ultimat (*ultimate analysis*). Batas dari unsur-unsur yang terdapat pada kokas dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Range Unsur-unsur yang Diperbolehkan dalam Kokas Metalurgi [Daud Patabang, 2009]

PROXIMATE ANALYSIS				
	Jenis Batubara			
(% massa)	Antracite	Bituminous	Subbituminous	Lignite
Fixed Carbon (FC)	83.3	70	45.9	30.8
Volatile Matters (VM)	5.7	20.5	30.5	28.2
Moisture (M)	2.5	3.3	19.6	34.8
Ash (A)	8	6.2	4	6.2
ULTIMATE ANALYSIS				
Carbon, C	89.3	80.7	58.8	42.4
Hydrogen (H ₂)	2.9	4.5	3.8	2.8
Sulfur (S)	0.7	1.8	0.3	0.7
Oksigen (O ₂)	0.7	2.4	12.2	12.4
Nitrogen (N ₂)	1.3	1.1	1.3	0.7
Air (H ₂ O)	2.5	3.3	19.6	34.8
Nilai Kalor HHV (Btu/lb)	13,710	14,310	10,130	7,210
Kebutuhan udara pembakaran (lb udara/lb batubara)	10,4233	12,819	9,0977	6,4234

3. METODE PENELITIAN

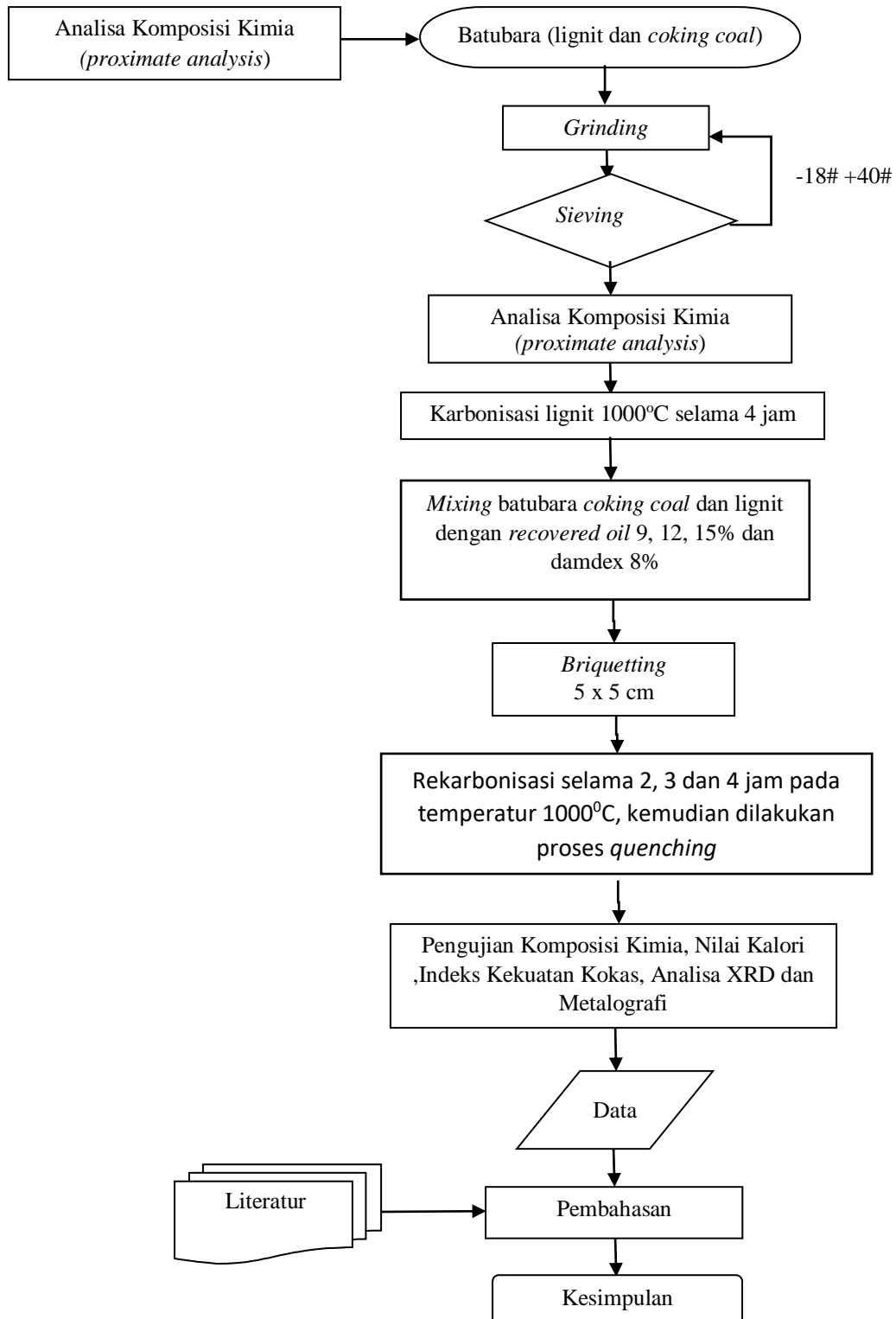
3.1 Bahan Penelitian

1. Batubara *coking coal* bituminus dan batubara lignit
2. Binder *recovered oil*
3. Bahan *additive* damdex
4. HNO₃ untuk analisa metalografi

3.2 Peralatan Penelitian

Vibrating screen machine, seri ayakan -40, +60 #, neraca analitis, *muffle furnace*, krusibel baja, mikroskop optik, mesin *grinding* dan *polishing*, mesin *pressing*, deksikator, *ball mill*, *erlenmayer pyrex*, 200 ml, *crucible boat alumin*, gelas ukur *pyrex*, 100 ml, alumina, *beaker glass pyrex*, 250 ml, *thermocouple*, *I Type Tumbler Test*, *XRD*

3.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian Pembuatan Briket Kokas

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan briket kokas ini menggunakan campuran batubara lignit dan coking coal dengan komposisi blending (20-80) %. Pada saat preparasi awal bahan baku dilakukan pemisahan distribusi ukuran. Distribusi ukuran yang digunakan pada penelitian ini yaitu butir -40# mesh berjumlah 60%wt dan -60# mesh berjumlah 40% wt. Penggunaan butir -40# yang lebih dominan akan menghasilkan briket kokas yang lebih kompak karena butir yang lebih halus akan mengisi pada rongga butir-butir -40# sehingga mampu menambah kerapatan pada saat dilakukan pembriketan.

Penelitian ini menggunakan variasi penambahan binder *recovery oil* dan waktu rekarbonisasi briket kokas. Variasi *recovery oil* yang digunakan adalah 9%, 12% dan 15%. Sedangkan variasi waktu rekarbonisasi yang digunakan antara lain 2 jam, 3 jam dan 4 jam. Penelitian ini menggunakan pengujian – pengujian sebagai indikator keberhasilan, antara lain adalah analisa *proximate*, nilai kalori, nilai sulfur dan sifat mekanik (kuat tekan). Data – data hasil pengujian dapat dilihat pada lampiran.

4.1 Komposisi Kimia Batubara

Pada penelitian ini batubara lignit dilakukan proses analisa proksimat untuk mengetahui komposisi kimia awal dari batubara lignit, kemudian setelah proses karbonisasi awal pada temperatur 1000°C selama 4 jam dilakukan kembali analisa proksimat untuk mengetahui perubahan komposisi kimia setelah dikarbonisasi. Pada tabel IV. 1 diperlihatkan komposisi awal dari masing-masing jenis batubara lignit dan *coking coal*.

Tabel 2. Hasil Analisa *Poximate* Awal Batubara

Analisis Parameter	Batubara	
	<i>Coking Coal</i>	Lignit
<i>Moisture</i> (% adb)	11,5	20,50
<i>Ash</i> (% adb)	8,71	1,93
<i>Volatile matter</i> (% adb)	19,41	37,87
<i>Fixed carbon</i> (% adb)	70,77	39,70
<i>Sulphur</i> (% adb)	0,54	0,23
<i>Calorific value</i> (cal/g adb)	7.808	5.605

Analisa *proximate* dilakukan untuk mengetahui kandungan komponen pada batubara seperti jumlah kadar air, abu, zat terbang dan karbon tetap, sulfur dan nilai kalori. Hasil analisa proksimat batubara lignit setelah proses karbonisasi diperlihatkan pada tabel IV.2.

Tabel IV.3 Perbandingan Hasil Analisa *Poximate* Batubara Lignit

Analisis Parameter	Batubara lignit	
	Sebelum karbonisasi	Setelah karbonisasi awal 1000°C
<i>Moisture</i> (% adb)		
<i>Ash</i> (% adb)		
<i>Volatile matter</i> (% adb)		
<i>Fixed carbon</i> (% adb)		
<i>Sulphur</i> (% adb)		
<i>Calorific value</i> (cal/g adb)		

Proses karbonisasi dilakukan untuk memperbaiki kualitas dari batubara lignit, karena proses karbonisasi dapat mengurangi kadar *moisture*, sulfur dan zat terbang. Sedangkan jumlah nilai tersebut berbanding terbalik pada abu, *fixed carbon* dan nilai kalori yang cenderung meningkat setelah karbonisasi seperti data yang dihasilkan pada tabel 3.

Kekuatan kokas juga diperoleh dari hasil karbonisasi awal, penambahan binder (recovered oil), dan fraksi ukuran batubara. Karbonisasi awal sangat berpengaruh terhadap kekuatan kokas karena, transformasi perubahan batubara menjadi kokas terjadi pada temperatur 1000 – 1300°C. Jadi semakin tinggi temperatur karbonisasi maka kekuatan kokas akan semakin besar, hal ini juga didukung karena batubara yang digunakan memiliki sifat merekat. Sedangkan penambahan binder, dan fraksi ukuran batubara juga menambahkan nilai kekuatan kokas karena, fungsi binder disini sebagai bahan pengikat, ditambah dengan perbedaan fraksi ukuran batubara (40 dan

60 mesh) mampu menambah kerapatan pada saat dilakukan pembriketan. Hasil analisa kimia recovered oil yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3

4.2 Analisa Komposisi Kimia Recovered Oil

Penggunaan binder pada pembuatan briket kokas akan menambah nilai kekuatan pada briket kokas karena binder berfungsi sebagai bahan pengikat dari batubara yang akan dicampurkan. Analisa komposisi kimia pada binder perlu dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari binder tersebut. Hasil analisa kimia *recovered oil* yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel IV.3.

Tabel 4. Hasil Analisa Kimia Recovered Oil

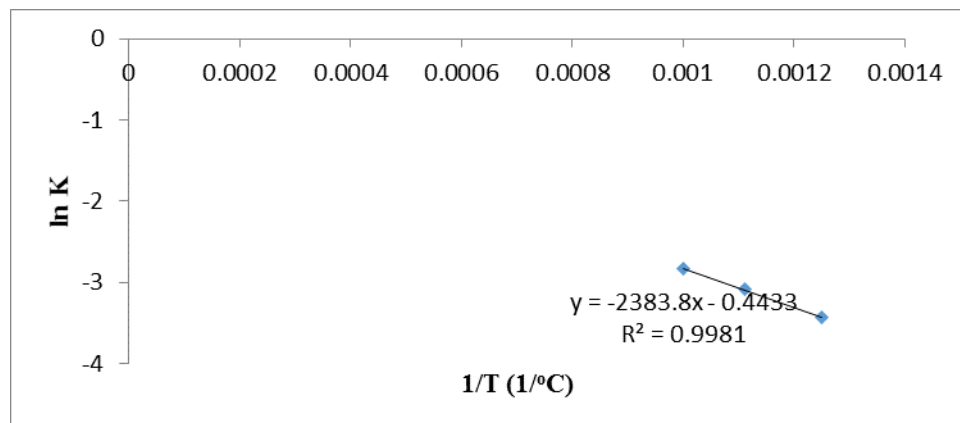
Parameter	Hasil Analisa
Density	0,91 gram/ml
Viscosity	55,70 cst (mm ² /s)
Kadar air	0,004 % volume

4.3 Karbonisasi dan Perhitungan Energi Aktivasi

Kokas merupakan hasil dari proses karbonisasi batubara pada temperatur tertentu tanpa menggunakan udara. Sebagai akibat dari kenaikan temperatur maka material yang terkandung dalam batubara sebagian akan terlepas keluar. Peristiwa ini sering disebut dengan proses *devolatilization*. Selama proses *devolatilization*, dimana kandungan dalam batubara seperti misalnya hidrogen, oksigen, nitrogen dan sulfur akan terlepas keluar sebagai gas produk dan sisanya adalah bongkahan kristal yang berpori umumnya adalah kandungan karbon. Sebagai akibat terlepasnya sebagian material yang terkandung dalam bongkahan batubara dapat menyebabkan terjadinya penurunan massa secara keseluruhan.

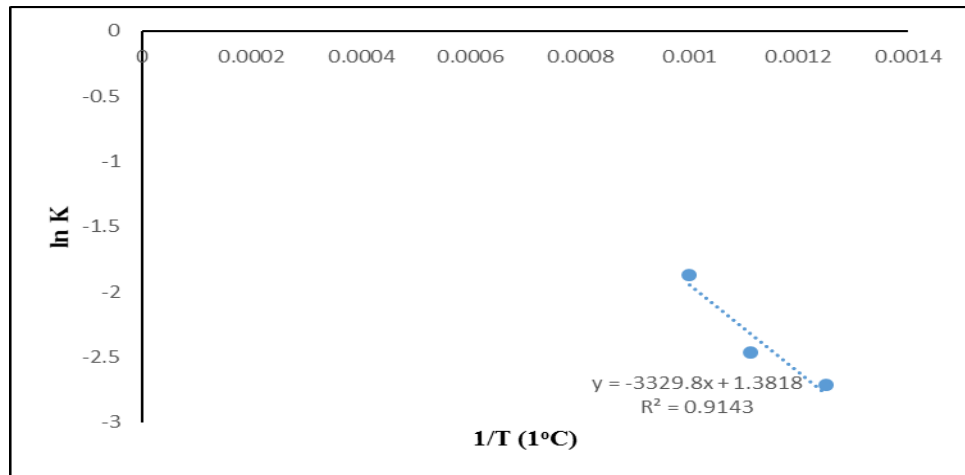
Pada proses karbonisasi, batubara pada awalnya mengkerut, kemudian mengembang ketika *volatile matter* mulai menguap, dan akhirnya terbentuklah gumpalan kokas. Dilatasi merupakan perubahan volume yang terjadi pada proses karbonisasi. Proses ini sangat penting untuk diketahui, agar penentuan jumlah batubara konsumsi *coke oven* dapat dilakukan dengan tepat sehingga prosesnya menjadi aman.

Pada pembuatan kokas ini dilakukan analisa kinetika reaksi yang terjadi pada proses karbonisasi. Kecepatan reaksi ditentukan oleh kecepatan terbentuknya zat hasil dan kecepatan pengurangan reaktan. Dengan kinetika dapat diketahui besar laju reaksi yang terjadi, sehingga dapat dikendalikan dan diupayakan agar laju reaksi lebih besar sehingga dapat mengefisienkan proses karbonisasi tersebut. Gambar 2. menunjukkan hubungan antara $1/T$ dan $\ln K$ untuk batubara *coking coal*.



Gambar 2. Hubungan antara $\ln K$ dan $1/T$ dari Batubara *Coking Coal*

Sedangkan Gambar 3. Menunjukkan hubungan antara $1/T$ dan $\ln K$ untuk batubara lignit.



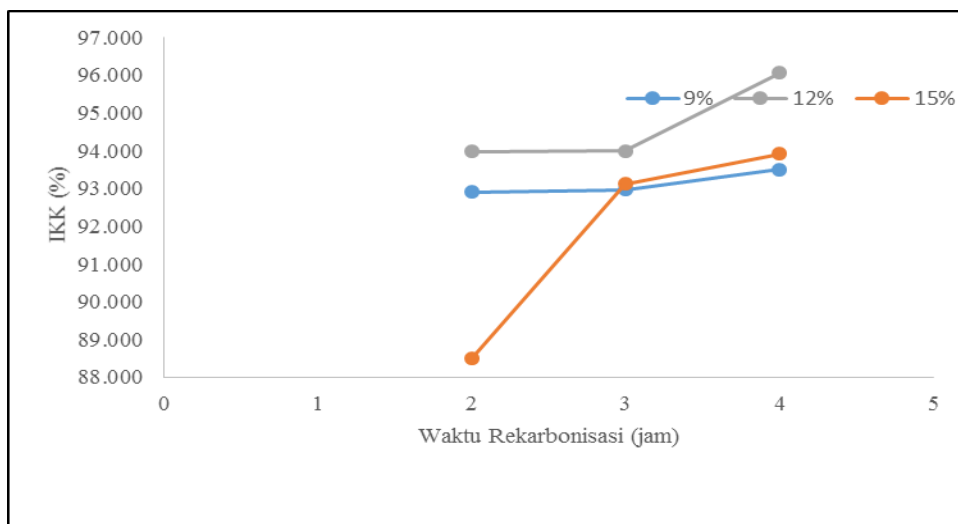
Gambar 3. Hubungan antara ln K dan 1/T dari Batubara Lignit

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan harga energi aktivasi reaksi karbonisasi untuk masing-masing jenis batubara, yaitu 19,818 kJ/mol untuk bituminus (*coking coal*) dan 27,684 kJ/mol untuk lignit. Energi aktivasi adalah energi minimum yang harus dimiliki untuk bereaksi, dalam hal ini adalah reaksi karbonisasi. Dari pengertian energi aktivasi diatas dapat dikatakan bahwa energi yang dibutuhkan untuk reaksi karbonisasi pada pembuatan kokas dari jenis batubara lignit memerlukan energi yang lebih besar dibandingkan dengan batubara bituminus.

Berdasarkan sifat-sifat batubara tersebut maka energi aktivasi yang dimiliki bituminus lebih kecil dibandingkan lignit. Ini menunjukkan bahwa bituminus lebih mudah terbakar dibandingkan lignit.. Hal ini sangat bersesuaian dengan teori dalam kajian pustaka.

4.4 Pengaruh Waktu Rekarbonisasi dan Penambahan Binder Terhadap Indeks Kekuatan Kokas

Setelah dilakukan proses pembriketan dan rekarbonisasi dengan variasi waktu dan penambahn binder selanjutnya dilakukan pengujian kekuatan briket kokas menggunakan *I-type tumbler test*. Briket kokas yang akan diuji ditimbang terlebih dahulu berat awal umpan pada *I-type tumbler test*, selanjutnya selama pengujian briket kokas diputar sebanyak 600 kali putaran. Setelah diputar briket kokas yang mulai ada sebagian yang rontok discreen dengan ayakan +6,3 mm, kokas yang berukuran lebih dari 6,3 mm atau berada di atas ayakan ditimbang sebagai berat akhir. Persentase perbandingan berat akhir dan berat awal dihitung sebagai indeks kekuatan yang menunjukkan kekuatan kokas dinamis. Hasil pengujian kekuatan kokas dengan variasi waktu rekarbonisasi dapat dilihat pada Gambar 4.

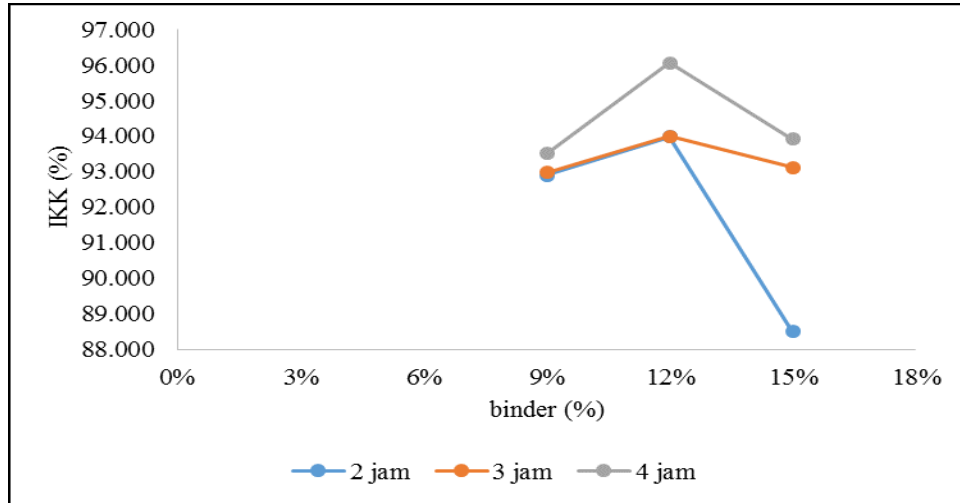


Gambar 4. Pengaruh Waktu Rekarbonisasi terhadap Indeks Kekuatan Briket Kokas

Pada gambar 4. dapat dilihat bahwa indeks kekuatan briket kokas selalu memiliki tren yang semakin meningkat seiring penambahan waktu rekarbonisasi. Semakin lama waktu rekarbonisasi maka akan

menghilangkan kandungan air yang terdapat pada binder. Waktu rekarbonisasi yang dapat menghasilkan kekuatan optimum yaitu pada waktu rekarbonisasi selama 4 jam pada penggunaan binder 12 % dengan nilai indeks kekuatan maksimal sebesar 96,064%.

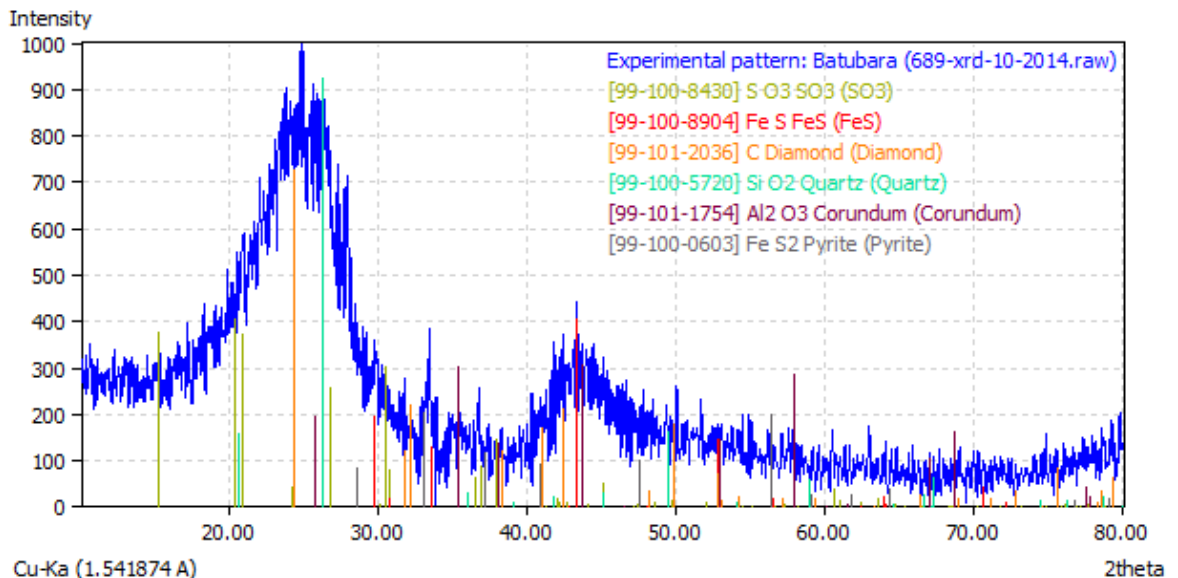
Dari Gambar 5. dapat dilihat bahwa penambahan binder yang optimum pada 12% wt pada waktu karbonisasi 4 jam menghasilkan nilai indeks kekuatan kokas maksimal sebesar 96,064% sedangkan pada penggunaan binder 15% cenderung menghasilkan kekuatan briket kokas yang menurun. Hal ini dikarenakan fungsi binder adalah untuk menaikkan daya ikat proses perekatan antar partikel dalam briket kokas.



Gambar 4. Pengaruh Waktu Rekarbonisasi terhadap Indeks Kekuatan Briket Kokas

4.5 Hasil Analisa XRD

Pengujian terakhir pada pembuatan briket kokas ini adalah pengujian XRD. Analisa XRD ini dilakukan pada briket kokas yang memiliki indeks kekuatan kokas paling tinggi untuk mengetahui unsur-unsur yang terdapat pada briket kokas. Gambar 5. menyajikan hasil analisa XRD dari briket kokas yang telah dibuat.

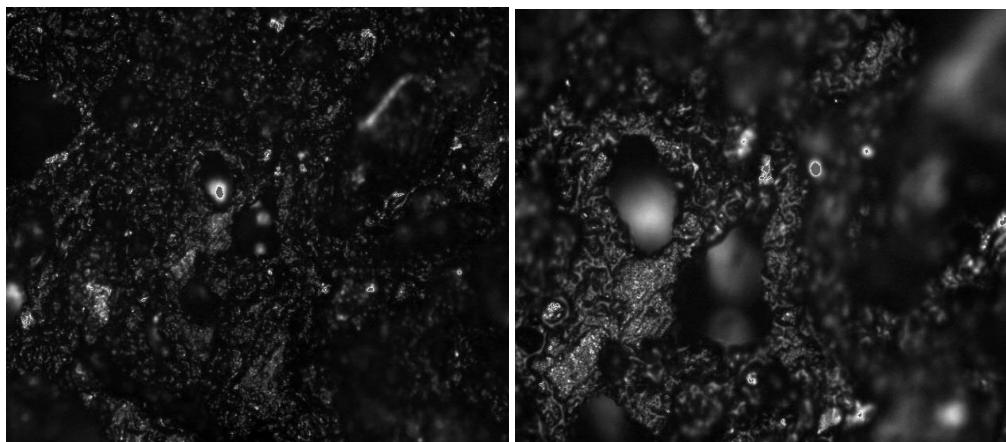


Gambar 5. Hasil Analisa XRD Briket Kokas

Dari Gambar 5. dapat dilihat bahwa kandungan yang terdapat pada briket kokas ini adalah karbon (C), kuarsa (SiO₂), Pyrite (FeS₂), Corundum (Al₂O₃), FeS, dan SO₃.

4.6 Analisa Metalografi

Briket kokas dilakukan analisa metalografi pada pembesaran 100x dan 200x. Analisa ini ditujukan untuk melihat poros dari briket kokas yang telah dibuat. Dari gambar 6. dapat dilihat bahwa briket kokas cukup mengandung banyak poros.



Gambar 6. Hasil Analisa Metalografi pada Perbesaran 100x dan 200x

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Harga energi aktivasi reaksi karbonisasi bituminus lebih besar yaitu 19,818 kJ/mol dibandingkan dengan lignit yaitu sebesar 27,684 kJ/mol.
2. Penambahan binder yang optimum pada 12% wt pada waktu karbonisasi 4 jam menghasilkan nilai indeks kekuatan kokas maksimal sebesar 96,064% sedangkan pada penggunaan binder 15% cenderung menghasilkan kekuatan briket kokas yang menurun.
3. Indeks kekuatan briket kokas selalu memiliki tren yang semakin meningkat seiring penambahan waktu rekarbonisasi. Waktu rekarbonisasi yang optimum yaitu pada 4 jam.
4. Dari analisa XRD yang telah dilakukan, kandungan yang terdapat pada briket kokas ini adalah karbon (C), kuarsa (SiO₂), Pyrite (FeS₂), Corundum (Al₂O₃), FeS, dan SO₃.

DAFTAR PUSTAKA

Coal Information. 2011. Documentation for Beyond 2020 Files. International Energy Agency

Grigore M, Sakurovs R, French D and Sahajwalla V. 2007. *Effect Of Carbonization Conditions On Mineral Matter In Coke*. ISIJ International Vol. 47: 62–66.

Herry Suprianto, Desember 2011. Pemanfaatan Kokas Briket Sebagai bahan Bakar Industri Pengecoran Logam. Chem-is-try.org.

Hessley, R.K. Reasoner, J.W. and Riley, J.T. 1986. *Coal Science An Introduction to Chemistry Technology and Utilization*. Mc Graw Hill Publishing Company Limited. London.

Khairil & Irwansyah. 2010. *Kaji Eksperimental Teknologi Pembuatan Kokas dari Batubara sebagai Sumber Panas dan Karbon pada Tanur Tinggi (Blast Furnace)*. Universitas Syiah Kuala, Aceh.

Lappas, A.A. Papavasiliou, D. Batos, K. and Vasalos, I.A. 1990. *Product Distribution and Kinetic Predictions on Greek Lignite Pyrolysis*. J.Fuel. Chem. 69, 1304-1308

Norton, G. Mroch, D. Chriswell, C. and Maruszewski, R. 1988. *Processing and Utilization of High-Sulfur Coals II* (Y.P.Chung and R.D. Caudle Eds.) Elsevier. New York.

Rustadi, Purawardi. dan Susanto. 2003. *Proses Pengolahan Batubara Indonesia Untuk Kokas Metalurgi Dengan Metode Blending*. Pusat Penelitian Metalurgi LIPI. Kawasan PUSPIPTEK, Serpong, Tangerang.

Sobroto, 2006, "Karakteristik Pembakaran Biobriket Campuran Batubara, Ampas Tebu, dan Jerami", Surakarta.

Tim Kajian Batubara Nasional. 2006. *Kelompok Kajian Kebijakan Mineral dan Batubara*. Pusat Litbang Teknologi Mineral dan Batubara.