

PEMBUATAN BRIKET KOKAS DARI BATU BARA LIGNITE DENGAN BINDER RECOVERED OIL DAN ADDITIVE DAMDEX

Erlina Yustanti*
Iskandar Muda**

*Jurusan Teknik Metalurgi Fakultas Teknik
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
**Div Mj Energi & Sumber Daya
PT.Krakatau Steel (Persero),Tbk
* rline68@yahoo.com
** iskandar.muda@krakatausteel.com

ABSTRAK

Cadangan batu bara Indonesia saat ini berjumlah sekitar 18,7 miliar ton, sebagian besar terdiri dari batu bara kualitas rendah, lignite (49%) . Melimpahnya batu bara di Indonesia merupakan modal utama untuk dapat dimanfaatkan dalam pembuatan briket kokas. Untuk meningkatkan kualitas briket kokas perlu dilakukan coal blending. Binder dari recovered oil dengan komposisi 5, 10, 15, 20 dan 25% ditambah additive damdex sebanyak 8%. Dengan menggunakan temperatur rekarbonisasi 800, 850, 900, 950 dan 1000 °C selama 4 jam. Penelitian ini bertujuan untuk membuat briket kokas yang memiliki karbon tetap, nilai kalori, dan nilai kuat tekan yang tinggi sehingga dapat digunakan pada industri pembuatan besi baja menggunakan teknologi blast furnace. Hasil penelitian menunjukkan bahwa batu bara yang nilai karbon tetap awalnya 40,05% setelah dikarbonisasi meningkat menjadi 80,39%. Kemudian setelah dicampurkan dengan recovery oil ditambah additive damdex, direkarbonisasi nilai karbon tetap naik menjadi 85,66-91,22%. Nilai kalori briket kokas yang dihasilkan sebesar 6633,75-7311,2 kal/gram. Nilai kuat tekan yang dihasilkan sebesar 62,78-71,09 Kg/cm². Pembuatan briket kokas berhasil dilakukan, dengan parameter optimum proses pada temperatur 1000 °C, binder 10%, dengan nilai kadar karbon 89,36%, kalori 7105,4 kal/gram, dan kuat tekan 71,09 Kg/cm².

Kata kunci: briket kokas, binder, coal blending, recovered oil, karbonisasi.

ABSTRACT

Indonesian coal reserves currently total about 18,7 billion tons of low range coal, namely lignite (49%), amounting to at most. The abundance of coal in Indonesia is a major capital to be used in the manufacture of coke briquettes. To improve the quality briquette blending coking coal needs to be done. Binder of the recovered oil with a composition of 5, 10, 15, 20 and 25% plus additive damdex as much as 8%. By using temperature rekarbonisasi 800, 850, 900, 950 and 1000 0C for 4 hours. This study aims to make coke briquettes which have fixed carbon, calorific value and high compressive strength values that can be used in the manufacture of steel using blast furnace technology. The result showed that the value of coal fixed carbon 40.05% after carbonised initially increased to 80.39%. Then, after mixed with oil recovery additive plus damdex, direkarbonisasi fixed carbon value rose to 85.66 to 91.22%. Calorific value of coke briquettes produced at 6633.75 to 7311.2 cal / gram. The resulting compressive strength value of 62.78 to 71.09 Kg/cm2. Pembuatan coke briquettes is successful, the optimum process parameters on the temperature of 1000 0C, binder 10%, with a value of 89.36% carbon content, calories 7105.4 cal / g, and compressive strength of 71.09 kg/cm2.

Key words: coke briquettes, binders, coal blending, recovered oil, carbonization.

1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki jumlah sumber daya batu bara yang sangat besar, sekitar 93,4 miliar ton. Sumber daya adalah suatu nilai potensi yang dimiliki oleh suatu materi atau unsur tertentu dalam kehidupan. Lokasi sumber batu bara terpusat di Pulau Kalimantan (53%) dan Pulau Sumatera (47%), sementara sisanya terletak di Pulau Jawa, Sulawesi, dan Papua. Cadangan batu bara Indonesia sendiri saat ini berjumlah sekitar 18,7 miliar ton yang terdiri dari batu bara berkualitas rendah, yaitu *lignite* (49%), dan *sub-bituminous* (26%), dan batu bara berkualitas tinggi yaitu *bituminous* (24%) dan *anthracite* (1%). Batu bara berkualitas rendah ditandai dengan kandungan air yang tinggi dan karbon tetap yang rendah. Sementara itu, batu bara berkualitas tinggi memiliki kandungan air yang rendah dan karbon tetap yang tinggi, dan umumnya dijual ke pasar ekspor internasional. [Iskandar, 2006]. Batubara berdasarkan penggunaannya dapat juga dibagi atas dua kelompok yaitu *coking coal* dan *non coking coal*. Untuk batubara yang berada di Indonesia kebanyakan adalah jenis *non coking coal*.

Untuk membuat besi kasar (*pig iron*) dengan blast furnace pada saat ini digunakan reduktor kokas. Kokas ini terbuat dari batu bara jenis *coking coal*. Disamping sebagai reduktor fungsi utama lainnya dari kokas di dalam *blast furnace* (tanur tinggi) adalah untuk mendapatkan *permeabilitas*, yaitu dengan menjaga pada waktu tertentu kokas belum habis terbakar dan terakhir harus tetap mendukung material di atasnya. Dengan demikian kokas mempunyai kekuatan tekan yang tinggi di atas 300 Kg/cm². Untuk menggunakan *blast furnace* dengan kapasitas satu juta ton ke atas, memang diperlukan kokas dengan kekuatan tinggi. Namun untuk *blast furnace* yang kecil dengan kapasitas 100 000 ton/tahun tidak diperlukan kekuatan yang tinggi, sehingga dicoba dengan menggunakan briket kokas. atas dasar itulah penelitian ini dilakukan. Batubara yang digunakan dalam pembuatan briket kokas adalah jenis *non coking coal*, dengan demikian perlu penambahan pengikat (*binder*) pada batubara ini agar dapat mempunyai kekuatan yang relatif tinggi. Pada saat ini PT. Krakatau Steel sedang melakukan penelitian pemanfaatan limbah hasil *rolling* yang begitu banyak terdapat di Pabrik Pencanaian Baja Lembaran Dingin. *Recovery* (daur ulang) *rolling oil* bekas ini menghasilkan *recovered oil* dengan kadar logam (Fe) tinggi, berwarna gelap, bilangan peroksida tinggi. Karakter *recovered oil* tersebut secara tidak langsung menurunkan kinerja kerja pelumasan pada proses pengerolan dingin plat baja. [Nasution, 1996]. Selain itu *recovered oil* yang termasuk hidrokarbon dapat meningkatkan nilai karbon tetap (*fixed carbon*) dan bahan tambahan *damdex* yang dapat meningkatkan mampu kuat tekan pada briket kokas.

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh temperatur rekarbonisasi dan komposisi bahan pengikat *recovered oil* dan penambahan *additive damdex* terhadap nilai karbon tetap, nilai kalori optimum untuk mengetahui mampu pembakaran dari briket kokas dan kemampuan kuat tekan pada briket kokas untuk mengetahui kekuatan pecah briket kokas akibat dari tekanan pada *blast furnace*.

2. STUDI PUSTAKA

Urutan jenis batu bara berdasarkan peringkat nilai kalori yang tertinggi sampai yang terendah dengan urutan sebagai berikut: *anthracite* (7500 kkal/kg), *bituminous* (6000-7500 kkal/kg), *sub bituminous* (5000-6000 kkal/kg), *lignite* (4000-5000 kkal/kg). Batu bara *peat* dan *lignite* jarang digunakan dalam industri metalurgi. Umumnya digunakan untuk bahan bakar pembangkit tenaga listrik dan industri gas. *Anthracite* jarang didapat dan harganya mahal. Umumnya digunakan sebagai *carburizing* dan *deoxydizing agent*. *Bituminous coal* jenis *coking coal* adalah jenis yang paling penting, karena merupakan bahan baku utama pembuatan kokas metalurgi (*Metallurgical Coke*). Secara garis besar batu bara terdiri dari komponen-komponen sebagai berikut: [Koestoer, 1997]: air (*moisture*), batu bara murni (*pure coal*), bahan-bahan mineral (*mineral matter*). Tergantung pada kegunaan data yang dibutuhkan, analisa kimia batu bara dapat diklasifikasikan sebagai berikut [Utomo, 2006]: **Analisa Ultimat (*Ultimate Analysis*)** adalah analisa kimia yang menentukan jumlah langsung kandungan unsur-unsur seperti karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, sulfur, dalam batu bara dengan kondisi dasar kering (*dry basis*). **Analisa Proksimat (*Proximate Analysis*)** meliputi analisa penentuan jumlah kandungan kadar air (*moisture*), abu (*Ash*), zat terbang atau zat yang mudah menguap (*volatile matter/VM*), hilang pijar (HP) dan karbon tetap (*fixed carbon*). Analisa proksimat untuk berbagai jenis batu bara diberikan dalam Tabel 1. Batu bara Indonesia dapat bersaing dengan batu bara India dan Afrika Selatan, karena walaupun kadar air dan zat terbang tinggi tetapi abunya

rendah. Nilai karbon tetap batu bara Indonesia lebih tinggi dari pada India dan mendekati Afrika Selatan.

Tabel 1. Analisa Proximate Untuk Berbagai Batu Bara

Parameter	Batu bara India, %	Batu bara Indonesia, %	Batu bara Afrika Selatan, %
Kadar air	5,98	9,43	8,5
Abu	38,63	13,99	17
Zat Terbang	20,70	29,79	23,28
Karbon Tetap	34,69	46,79	51,22

Pada Tabel 2. *lignite* merupakan jenis batu bara yang mengandung unsur karbon dan nilai kalori sangat kecil, kebalikannya kadar air, zat terbang, dan abu sangat tinggi. Namun di Indonesia, jenis batu bara *lignite* yang paling banyak terdapat di alam.

Tabel 2. Komposisi Kimia Rata-rata Berbagai Macam Batu Bara [Gilchrist, 1977]

Jenis	Ultimate Analysis (%)			Proximate Analysis (%)		
	C	H	O	Moisture	Volatile Matter	Ash
<i>Peat</i>	60	6	34	20	70/60	1/10
<i>Lignite</i>	70	8	22	15	50/40	8/12
<i>Sub Bituminous</i>	75/8 2	6/5	20/12	10	40/30	5/10
<i>Bituminous</i>	82/9 0	6/4-5	12/3	2	35/20	5
<i>Semi Anthracite</i>	91/9 5	4	4	1	10	5
<i>Anthracite</i>	94	3	2	1	8	3

Bahan Pengikat (*Binder*) Untuk Briket Kokas

Batubara di Indonesia kebanyakan jenis *non coking coal*, sehingga untuk membuat briket kokas diperlukan bahan pengikat. Briket kokas adalah hasil produk pembriketan (*briquetting*) partikel-partikel padatan batu bara dicampurkan bahan pengikat, melalui proses pencetakan pada tekanan tertentu dan dikarbonisasi atau tanpa karbonisasi. Bahan pengikat yang digunakan pada penelitian ini adalah *recovered oil*. *Recovered oil* ini diperoleh dari hasil *roling oil* nabati yang sudah di *recovery* (daur ulang) di Pabrik Pencanaian Baja Lembaran Dingin PT. Krakatau Steel.

Penggunaan Batu Bara dan Kokas Untuk *Blast Furnace*

Blast furnace digunakan untuk membuat cairan logam besi dengan cara melebur bahan mentah berupa besi oksida dalam bentuk *pellet*, kokas, batu gamping dengan tiupan udara panas yang temperaturnya mencapai 1000 °C. Persyaratan mutu batu bara untuk pembuatan kokas sangat berbeda dengan persyaratan mutu batu bara untuk bahan bakar. Batu bara yang digunakan untuk pembuatan kokas hanyalah batu bara pada kelas tertentu, terutama harus *coking coal*, dengan batasan mutu yang sangat ketat. Sedangkan persyaratan mutu batu bara untuk bahan bakar sangat sederhana, cukup memiliki nilai kalori yang cukup besar sesuai dengan sistem pembakaran yang dipergunakan, Kokas merupakan bahan mentah terpenting dalam *blast furnace*, karena berhubungan dengan kerja *blast furnace* dan mutu cairan logam besi yang dihasilkan. Kokas bermutu tinggi harus mampu memperlancar penurunan beban yang ada di *blast furnace*, memiliki jumlah pengotor sekecil mungkin, energinya tinggi, memiliki daya reduksi metal tinggi dan memiliki permeabilitas optimum. Penggunaan kokas bermutu tinggi pada *blast furnace* dapat meningkatkan produktivitas, menurunkan biaya produksi dan menurunkan tingkat pemakaian kokas. Pada Tabel 3. diuraikan standar kokas untuk *blast furnace*.

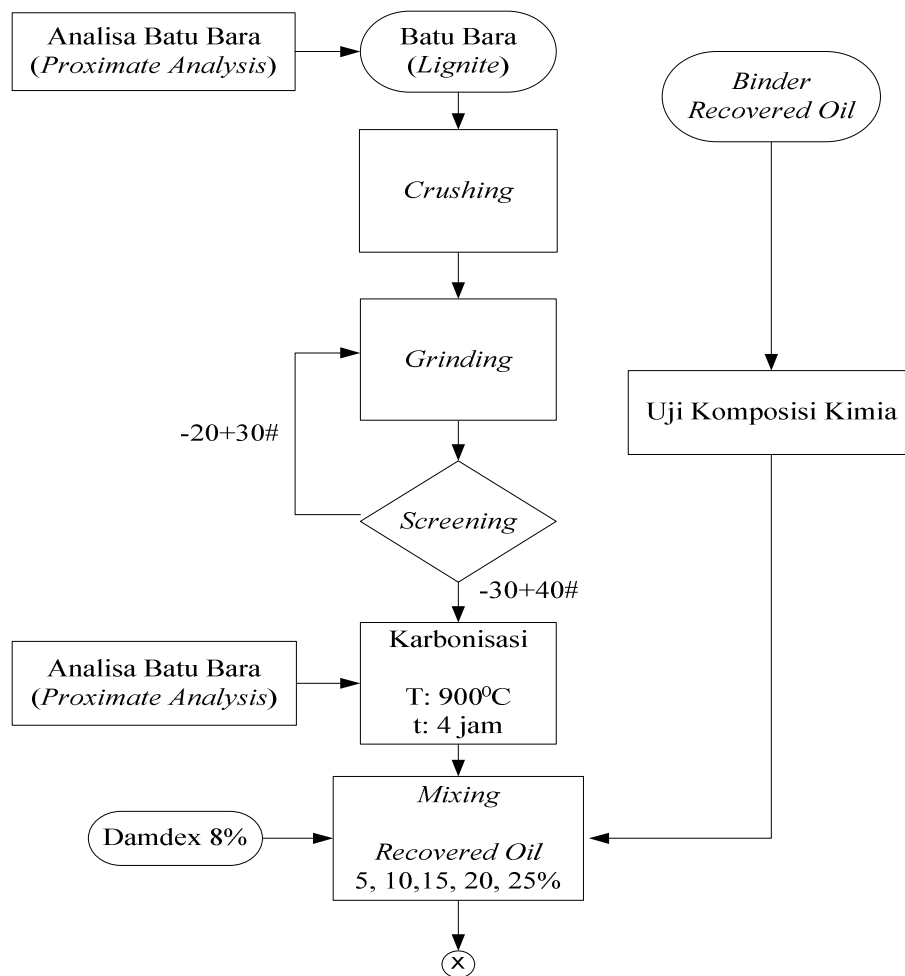
Tabel 3. Sifat Kimia Standar Kokas Untuk Bast Furnace [Tsai, 1981]

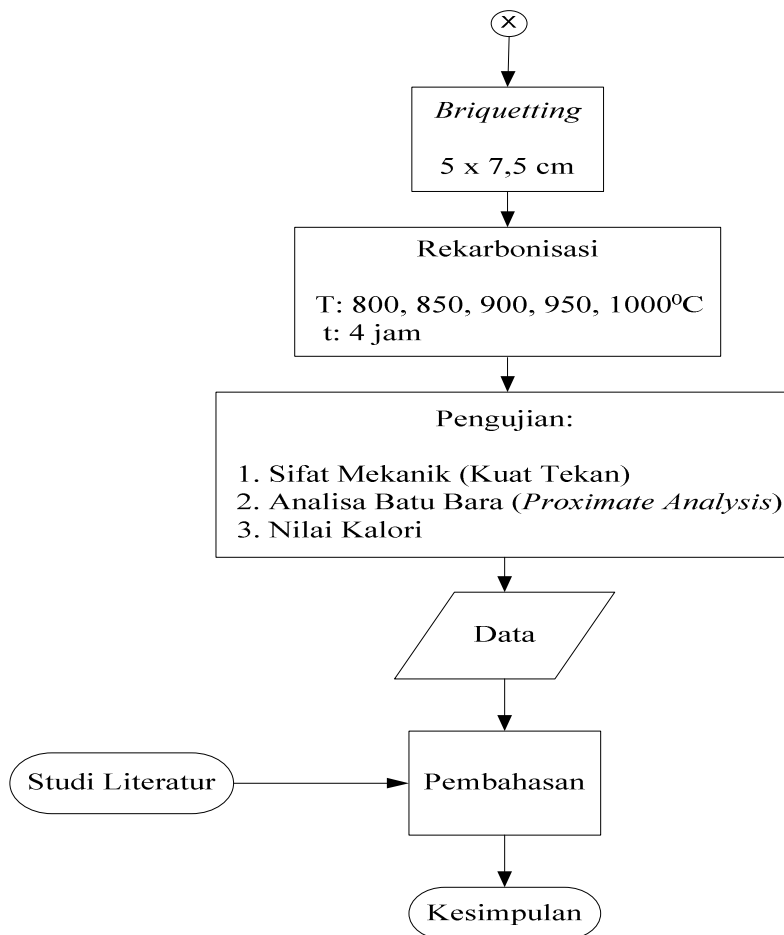
Sifat kimia	
Moisture (% , adb)	< 5%
Volatile matter (% , adb)	< 2%
Fixed carbon (% , adb)	85 – 90%
Ash (% , adb)	9 – 10%
Sulfur (% , adb)	< 1,2%
Nilai kalori (kkal/kg, adb)	6800–7169

Karbonisasi

Karbonisasi adalah proses pembakaran batu bara tanpa adanya aliran oksigen. Proses ini dapat dilakukan pada temperatur rendah (<700 °C), temperatur sedang (700-900 °C) maupun pada temperatur tinggi (>900 °C). Tujuan pemanasan pada temperatur berbeda ialah mendapatkan beragam produk yang disebabkan oleh perbedaan perubahan fisik selama proses pemanasan batu bara tertentu berlangsung. Pada penelitian ini dilakukan proses karbonisasi pada temperatur 900 °C [Yakub, 1999]

3. METODOLOGI PENELITIAN





Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Peralatan yang Digunakan:

Muffle furnace, electronic moisture balance, carbon sulfur determinator, disk mill, jaw crusher, rod mill, vibrating screen, mesin press, isoperibol bomb calorimeter AC-350, cawan porselin, exicator, timbangan, penjepit, mangkuk keramik (crucible), sarung tangan, mangkuk pengaduk, ayakan, wadah pemanasan briket kokas, cetakan briket kokas.

Bahan yang Digunakan:

Bahan baku utama batu bara jenis *lignite* dari PT. Batu bara Duaribu Abadi yang berasal dari daerah Kalimantan, bahan pengikat *recovered oil* hasil proses *rolling* di Pabrik Pencanaian Baja Lembaran Dingin, PT. Krakatau Steel, cairan kimia damdex sebagai bahan tambahan.

Prosedur Percobaan

- Menentukan Hilang Pijar (HP)

1. Cawan kosong ditimbang hingga konstan, misal A gram.
2. Cawan dan sampel (± 1 gram) ditimbang, misal B gram.
3. Dipijarkan dalam *furnace* pada temperatur 1000°C selama 24 jam atau sampai berat konstan.
4. Didinginkan dalam *exicator*, kemudian ditimbang, misal C gram.

$$\%HP = \frac{B - C}{B - A} \times 100\%$$

- Menentukan Zat Terbang (VM)

1. Cawan kosong ditimbang hingga konstan, misal A gram.
2. Cawan dan sampel (± 3 gram) ditimbang, misal B gram.
3. Dipijarkan dalam *furnace* pada temperatur 1000°C selama 8 menit.
4. Didinginkan dalam *exicator*, kemudian ditimbang, misal C gram.

$$\%VM = \frac{B - C}{B - A} \times 100\%$$

- Penentuan Kadar Air (H₂O)

Kadar H₂O ditentukan dengan alat yaitu *Elektronik Moisture Balance*, dengan temperatur 110 °C selama 4 jam.

- Penentuan Kadar Sulfur

Kadar sulfur ditentukan dengan alat yaitu *Carbon Sulfur Determinator*.

- Penentuan Kadar Karbon Tetap

Kadar karbon tetap ditentukan secara perhitungan berikut:

$$\%Karbon\ Tetap = \%Hilang\ Pijar - \%Zat\ Terbang$$

- Penentuan Kadar Abu

Kadar abu ditentukan secara perhitungan berikut:

$$\%Abu = 100\% - \%HP$$

Hasil ayakan ukuran 40 *mesh* langsung digunakan untuk proses selanjutnya yaitu karbonisasi, tetapi untuk ukuran di atas 40 *mesh* kembali dilakukan penggilingan. Semua batu bara yang akan digunakan dilakukan proses pemanasan awal (karbonisasi) pada temperatur 900 °C selama 4 jam. Sebagai perbandingan batu bara sebelum dengan sesudah karbonisasi awal, guna mengetahui nilai karbon yang terkandung meningkat atau tidak maka dilakukan analisa proksimat kembali. Batu bara mulai dicampurkan dengan bahan pengikat *recovered oil* yang sudah dianalisa, dan ditambahkan bahan tambahan damdex. Pencampuran bahan pengikat dilakukan bervariasi, yaitu 5, 10, 15, 20 dan 25% dengan penambahan damdex pada masing-masing sampel sebanyak 8%. Batu bara, *recovered oil* dan damdex ditimbang sesuai dengan komposisi dan diaduk merata. Setelah itu sampel diproses *briquetting*. Proses ini menggunakan mesin *Press* dengan tekanan 150 kg/cm². Bentuk briket adalah tabung penuh dengan ukuran 5×7,5 cm. Briket direkarbonisasi dengan variasi temperatur yaitu 800, 850, 900, 950 dan 1000 °C selama 4 jam menggunakan alat *Muffle Furnace*. Hasil dari rekarbonisasi dilakukan beberapa pengujian, diantaranya yaitu pengujian mekanik (kuat tekan), pengujian komposisi kimia (*proximate analysis*), dan pengujian nilai kalori menggunakan alat *Isoperibol Bomb Calorimeter AC-350* yang mengacu pada ASTM D5865.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan baku batu bara yang digunakan dibandingkan komposisinya dengan batu bara setelah proses karbonisasi awal terjadi perubahan. Komposisi HP, air, zat terbang, sulfur terjadi penurunan setelah proses karbonisasi. Jumlah nilai tersebut berbanding terbalik pada abu dan karbon tetap yang meningkat setelah proses karbonisasi. Nilai karbon tetap yang awalnya 40,05% setelah diproses karbonisasi meningkat menjadi 80,39%. Proses karbonisasi yang dilakukan dapat dikatakan berhasil, karena dapat meningkatkan nilai karbon tetap serta mengurangi kadar air dan zat terbang. Hal ini dilakukan karena untuk menjadi kokas nilai karbon tetap harus tinggi, minimum 70%. Pada Tabel 4. ini diperlihatkan data hasil rata-rata analisa HP, air, zat terbang, karbon tetap, abu dan sulfur pada batu bara jenis *lignite*.

Tabel 4. Karakteristik Batu Bara

Komposisi Kimia (%)	Batu Bara <i>Lignite</i>	
	Sebelum Karbonisasi	Setelah Karbonisasi 900 °C
HP	98,69	84,03
Kadar Air	6,82	0,97
Zat Terbang	50,24	1,60
Karbon Tetap	40,05	80,39
Abu	1,30	15,96
Sulfur	1,56	1,05

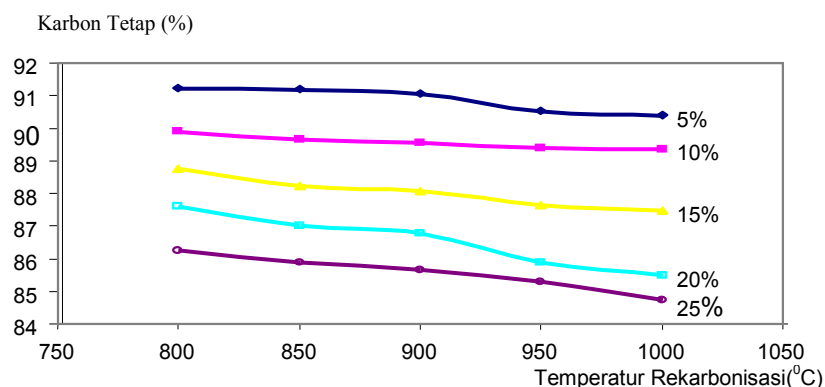
Tinggi temperatur rekarbonisasi dan penambahan komposisi bahan pengikat *recovered oil* berbanding terbalik dengan nilai HP dan karbon tetap, berarti bahwa “semakin tinggi temperatur pemanasan dan penambahan bahan pengikat *recovered oil* yang digunakan maka nilai HP dan karbon tetap semakin rendah”. Nilai HP berkisar antara 88,65-94,88%, dan nilai karbon tetap berkisar antara 84,29-91,22%.

Untuk nilai zat terbang meningkat setelah proses rekarbonisasi, tetapi nilai zat terbang bervariasi pada setiap temperatur rekarbonisasi yang digunakan dan penambahan bahan pengikat *recovered oil*. Nilai zat terbang berkisar antara 2,16-2,67%. Hal ini juga terjadi pada sulfur, tetapi nilainya lebih rendah dibandingkan pada batu bara setelah proses karbonisasi. Nilai sulfur berkisar antara 0,65-0,93%. Sedangkan nilai kadar air dan abu lebih rendah dibandingkan pada batu bara setelah proses karbonisasi.

Pengaruh Temperatur Rekarbonisasi terhadap Nilai Karbon Tetap Briket Kokas.

Untuk melihat pengaruh temperatur terhadap nilai karbon tetap di dalam briket kokas tertera pada Gambar 2, yang merupakan grafik nilai rata-rata karbon tetap terhadap pengaruh temperatur. Seperti yang ditunjukkan pada gambar tersebut, proses rekarbonisasi dimulai dari 800 sampai dengan 1000 °C selama 4 jam. Pada Gambar 2. terbaca bahwa kokas yang direkarbonisasi pada temperatur 800 °C mengandung nilai karbon tetap tertinggi. Lalu nilai karbon tetap turun perlahan-lahan bersamaan dengan semakin tinggi temperatur rekarbonisasi, hingga mencapai temperatur 1000 °C yang mengandung nilai karbon tetap terendah. Hasil percobaan menunjukkan bahwa peningkatan temperatur rekarbonisasi cenderung menurunkan kandungan karbon tetap yang terkandung dalam briket kokas. Diduga pada temperatur lebih tinggi, lebih banyak karbon tetap yang terbakar dan membentuk CO atau CO₂, sehingga pada saat dibuka gas-gas tersebut bercampur dengan atmosfer, sehingga batu bara yang ditinggalkan lebih kecil kadar karbon tetapnya. Hal ini menunjukkan bahwa, kandungan nilai karbon tetap dipengaruhi oleh temperatur rekarbonisasi yang akan digunakan dalam pembuatan briket kokas.

Nilai karbon tetap yang dihasilkan dapat dikatakan cukup baik (84,29-91,22%), karena nilai karbon tetapnya mendekati hasil penelitian sebelumnya. Dengan proses yang sama, pembuatan briket kokas dengan menggunakan bahan pengikat aspal sebanyak 15% menghasilkan nilai karbon tetap 88,65 sampai dengan 96,42% [Suganal, 2003].

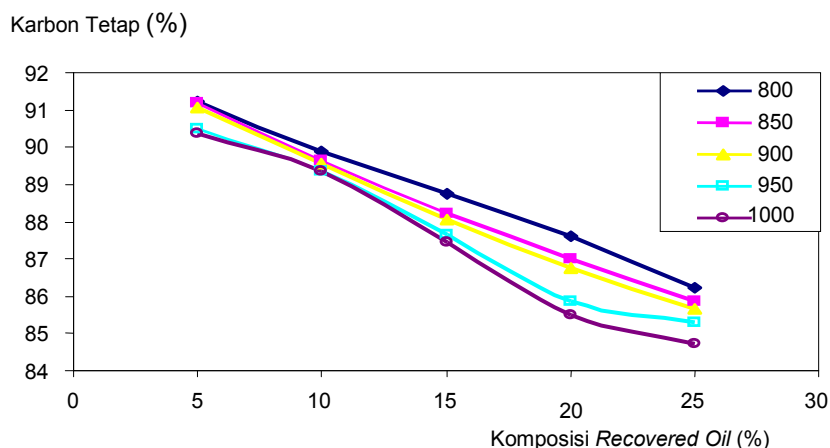


Gambar 2. Pengaruh Temperatur Rekarbonisasi Terhadap Karbon Tetap

Pengaruh Komposisi *Recovered Oil* terhadap Nilai Karbon Tetap Briket Kokas

Gambar 3. menunjukkan pengaruh penambahan komposisi bahan pengikat *recovered oil* terhadap karbon tetap briket kokas, yang berupa grafik rata-rata nilai karbon tetap. Pada saat batu bara dikarbonisasi pada temperatur 900 °C selama 4 jam nilai kadar karbon tetap sebesar 80,39%, kemudian direkarbonisasi setelah dilakukan pencampuran dengan bahan pengikat *recovered oil* dan bahan tambah damdex. Hasil percobaan menunjukkan bahwa nilai karbon tetap lebih besar setelah rekarbonisasi dibandingkan dengan karbonisasi. Dengan hasil pengukuran briket kokas mengandung karbon tetap (84,29-91,22%), membuktikan bahwa bahan pengikat *recovered oil* mampu meningkatkan nilai karbon tetap. Hal ini terjadi karena bahan pengikat *recovered oil* yang tergolong hidrokarbon. Berdasarkan Gambar 3. penambahan bahan pengikat *recovered oil* dan bahan tambahan damdex menurunkan nilai karbon tetap briket kokas. Turunnya kandungan karbon tetap disebabkan

karena bahan tambahan damdex yang digunakan mengandung kadar air sehingga dapat menyebabkan turunnya nilai karbon tetap pada briket kokas.



Gambar 3. Pengaruh Penambahan Recovered Oil terhadap Karbon Tetap

Bila diperhatikan pada Gambar 3, kandungan karbon tetap pada bahan pengikat *recovered oil* sebanyak 10%, dari variasi temperatur yang digunakan hasil nilai karbon tetap hampir mendekati. Hal ini menunjukkan bahwa nilai karbon tetap yang hampir mendekati stabil setiap temperatur berada pada bahan pengikat 10%. Bila dibandingkan pada penelitian terdahulu, bahan pengikat aspal komposisi 15% yang terkandung dalam briket kokas sebagai komposisi optimum. Dengan begitu bahan pengikat *recovered oil* lebih sedikit penggunaannya untuk membuat briket kokas dari pada aspal.

Pengujian Nilai Kalori

Tabel 5. menunjukkan data hasil analisa nilai rata-rata kalori untuk batu bara jenis *lignite*, antara sebelum dan sesudah karbonisasi. Hasilnya menunjukkan bahwa batu bara setelah proses karbonisasi nilai kalorinya meningkat. Proses ini dapat dikatakan berhasil, karena batu bara yang diinginkan memiliki nilai kalori yang tinggi (6800–7169 kkal/kg).

Tabel 5. Analisa Nilai Kalori Batu Bara Lignite

Bahan Baku	Nilai Kalori Kal/gram
Batu Bara <i>Lignite</i>	5576,35
Batu bara <i>lignite</i> setelah karbonisasi	7581,85

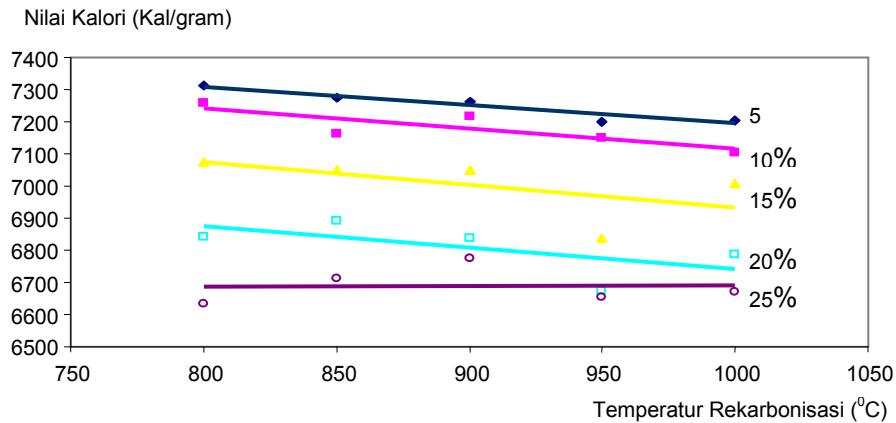
Tabel 6. Pengaruh Temperatur Rekarbonisasi & Komposisi Recovered Oil terhadap Nilai Kalor Briket Kokas

Komposisi <i>Recovered Oil</i> (% berat)	Nilai Kalori (Kal/gram)				
	800 °C	850 °C	900 °C	950 °C	1000 °C
5	7311,2	7274,35	7263,9	7263,9	7205,35
10	7257,7	7161,9	7216,6	7216,6	7105,4
15	7074,05	7050,45	7050,55	7050,55	7006,65
20	6842,75	6893,75	6839	6839	6786,8
25	6633,75	6713,55	6774,75	6774,75	6671,15

Pada Tabel 6. ini dapat dilihat bahwa semakin besar temperatur rekarbonisasi dan komposisi *recovered oil*, maka nilai kalori cenderung menurun. Hasil analisa nilai kalori yang diperoleh antara 6671,15 sampai dengan 7311,2 kal/gram.

Pengaruh Temperatur Rekarbonisasi terhadap Nilai Kalori Briket Kokas

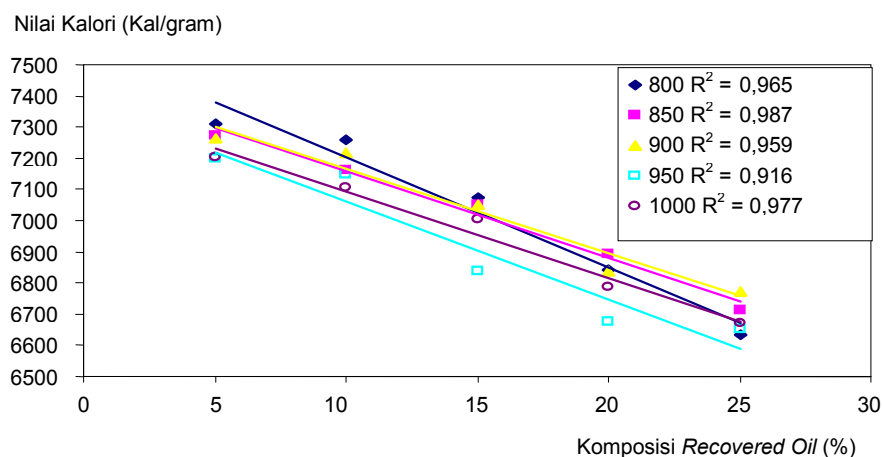
Nilai kalori yang ditunjukkan pada Gambar 4. merupakan nilai rata-rata dari nilai kalori briket kokas dengan temperatur 800, 850, 900, 950 dan 1000 °C selama 4 jam. Dilihat dari grafik tersebut nilai kalori yang tertinggi berada pada temperatur 800 °C. Dan nilai kalori terendah berada pada temperatur 1000 °C. Hal ini terjadi karena briket kokas yang dipanaskan akan mengeluarkan kalori yang terkandung di dalamnya. Semakin tinggi temperatur rekarbonisasi, maka nilai kalori yang habis terbakar semakin banyak.



Gambar 4. Pengaruh Temperatur Rekarbonisasi terhadap Nilai Kalori

Pengaruh Komposisi Recovered Oil terhadap Nilai Kalori Briket Kokas

Nilai kalori yang ditunjukkan pada Gambar 5 merupakan nilai rata-rata kalori briket kokas dengan komposisi bahan pengikat *recovered oil* sebanyak 5, 10, 15, 20 dan 25%. Penambahan komposisi bahan pengikat *recovered oil* menghasilkan kecenderungan penurunan nilai kalori briket kokas. Dilihat dari Gambar 5 nilai kalori yang tertinggi berada pada komposisi 5%. Nilai kalori terendah berada pada komposisi 25%.



Gambar 5. Pengaruh Komposisi Recovered Oil terhadap Nilai Kalori

Berdasarkan Gambar 5. penambahan komposisi bahan pengikat *recovered oil* bila semakin banyak maka nilai kalori akan turun. Hal ini diduga terjadi karena adanya campuran dari bahan tambahan damdex yang dapat menurunkan nilai kalori. Selain itu ada beberapa hal yang dapat mempengaruhi proses pembakaran, yaitu kandungan nitrogen, sulfur, abu, zat terbang dan ukuran partikel. [Yakub,1996]

Pengujian Sifat Mekanik (Kuat Tekan)

Hasil pengujian nilai rata-rata kuat tekan briket kokas terdapat pada Tabel 7. Temperatur rekarbonisasi yang paling tinggi menghasilkan kuat tekan yang paling besar. Akan tetapi pada *recovered oil* komposisi 5% ke 10% menghasilkan peningkatan kuat tekan, kemudian cenderung turun

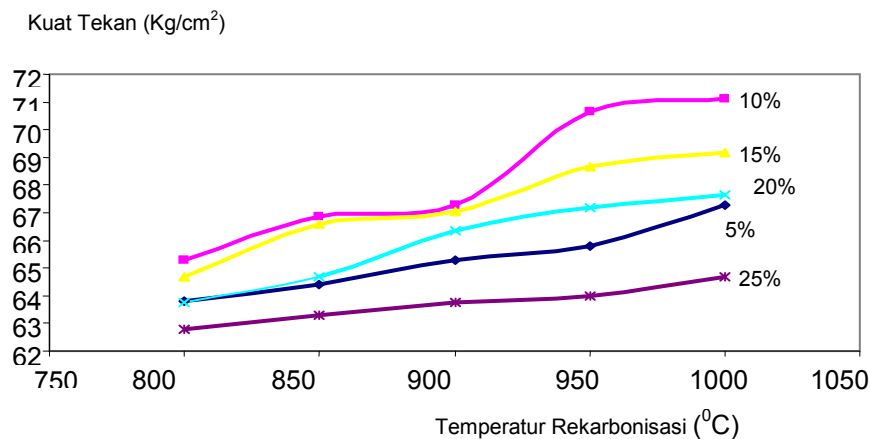
dari komposisi 10% hingga 25%. Dari hasil pengujian nilai rata-rata kuat tekan briket kokas berkisar antara 62,78 sampai dengan 71,09 Kg/cm².

Tabel 7. Pengaruh Temperatur Rekarbonisasi & Komposisi Recovered Oil pada Kuat Tekan Briket Kokas

Komposisi Recovered Oil (% berat)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)				
	800 °C	850 °C	900 °C	950 °C	1000 °C
5	63,82	64,43	65,29	65,81	67,28
10	65,29	66,85	67,28	70,66	71,09
15	64,69	66,59	67,02	68,67	69,19
20	63,73	64,69	66,33	67,20	67,63
25	62,78	63,30	63,73	63,99	64,69

Pengaruh Temperatur Rekarbonisasi Terhadap Kuat Tekan Briket Kokas

Gambar 6. ini terbaca bahwa penggunaan temperatur rekarbonisasi yang berbeda akan mempengaruhi kemampuan kuat tekan briket kokas. Bila temperatur rekarbonisasi yang digunakan semakin tinggi, maka kemampuan nilai kuat tekan briket kokas akan semakin tinggi. Berdasarkan hasil dari Gambar 6, kemampuan kuat tekan briket kokas yang tertinggi terdapat pada temperatur 1000 °C. Kemampuan kuat tekan briket kokas yang terendah terdapat pada temperatur 800 °C.



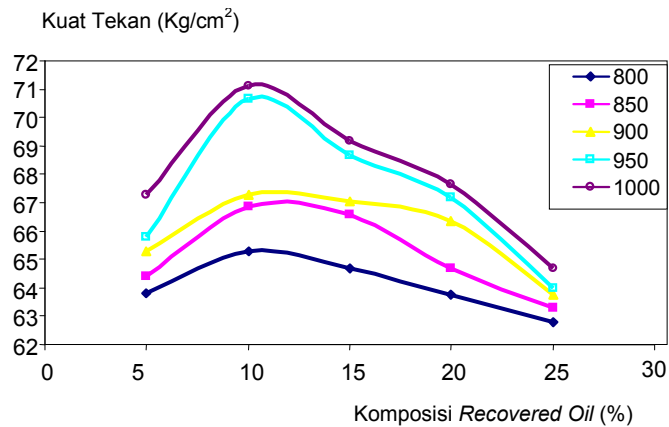
Gambar 6. Pengaruh Temperatur Rekarbonisasi terhadap Kuat Tekan

Hal ini disebabkan karena bahan tambahan damdex yang mampu bertahan sampai temperatur 1300 °C. Juga didukung karena mempunyai sifat sebagai perekat. Hal ini yang mendorong untuk dilakukan kombinasi penggunaan bahan tambahan damdex dan bahan pengikat *recovered oil* untuk menganalisa berbagai kemungkinan yang ditimbulkan.

Pengaruh Komposisi Recovered Oil terhadap Kuat Tekan Briket Kokas

Pada Gambar 7. ini menunjukkan penambahan komposisi bahan pengikat *recovered oil*, menghasilkan kecenderungan kenaikan dan penurunan nilai kuat tekan briket kokas tergantung pada komposisi yang digunakan. Pada komposisi bahan pengikat *recovered oil* 5% menuju 10%, kemampuan kuat tekan briket kokas naik. Setelah berada pada komposisi bahan pengikat *recovered oil* 10%, kemampuan kuat tekan briket kokas cenderung menurun hingga pada komposisi 25%. Hal ini disebabkan karena penambahan bahan pengikat *recovered oil* yang berlebihan, akan menurunkan mampu kuat tekan pada briket kokas. Nilai kuat tekan yang tinggi juga dapat disebabkan dari tekanan pada saat pembriketan.

Dari Gambar 7 didapatkan bahwa kemampuan kuat tekan optimum berada pada bahan pengikat *recovered oil* komposisi 10% mencapai 71,09 Kg/cm². Bila dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, maka terlihat bahwa penelitian ini mampu melebihi nilai kuat tekan pada penelitian sebelumnya. Dengan proses yang sama dengan menggunakan bahan pengikat yang berbeda yaitu aspal, hasil penelitian nilai kuat tekan sebesar 46,19 Kg/cm² (Suganal, 2003).



Gambar 7. Pengaruh Komposisi Recovered Oil terhadap Kuat Tekan

Hal ini terjadi karena bahan tambahan damdex yang ditambahkan mampu meningkatkan kuat tekan pada briket kokas. Tekanan yang digunakan pada pencetakan briket juga mampu meningkatkan nilai kuat tekan. Selain itu damdex memiliki sifat semakin kena sinar UV matahari dan hujan semakin kokoh dan kuat, serta mampu melapisi sekaligus meresap yang dapat meningkatkan daya rekat.

5. SIMPULAN

1. Bahan baku batu bara jenis lignite dengan komposisi karbon tetap awalnya 40,05%, setelah dilakukan karbonisasi meningkat menjadi 80,39%. Kemudian setelah dicampurkan dengan bahan pengikat *recovery oil* dan ditambahkan *additive* damdex, nilai karbon tetap naik menjadi 85,66-91,22%. Kenaikan nilai karbon tetap di dalam briket kokas karena bahan pengikat *recovered oil* yang digunakan mengandung unsur hidrokarbon.
2. Nilai kalori juga dipengaruhi oleh temperatur yang digunakan dan komposisi *recovery oil* yang ditambahkan. Semakin besar temperatur rekarbonisasi dan *recovery oil* yang digunakan, nilai kalori hasil pengukuran cenderung menurun. Nilai kalori briket kokas yang dihasilkan berkisar antara 6633,75-7311,2 kal/gram.
3. Nilai kuat tekan dipengaruhi oleh temperatur rekarbonisasi. Dari hasil pengujian nilai kuat tekan briket kokas berkisar antara 62,78-71,09 Kg/cm². Nilai kuat tekan yang di dapat karena adanya zat tambahan damdex dan tekanan briket yang digunakan pada saat pencetakan. Nilai kuat tekan briket kokas yang paling baik berada pada temperatur 1000 °C dengan komposisi binder 10%, yaitu sebesar 71,09 Kg/cm². Dengan nilai kadar karbon 89,36% dan nilai kalori 7105,4 kal/gram.

DAFTAR PUSTAKA

- Iskandar, I., 2006, "Batu Bara dan Kelistrikan", (*on line*) <http://www.pelangi.or.id/>
- JD. Gilchrist, 1977, *Fuels, Furnaces and Refractories*, Departement of Metallurgy and Material, The University of New Castel-Upon-Tyne England.
- Koestoer, R.A., dkk., 1997, *Studi Tentang Batu Bara Indonesia*, Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia, edisi ke 2, ISSN 979-8427-04-1, hal. VII-8.
- Suganal, dkk, 2003, *Pengembangan Produk Briket Kokas Dari Batubara*.
- Suyadi, D., 1995, *Upaya Peningkatan Mutu Karbonisasi Pada Pabrik Briket Batubara Bukit Asam, Tanjung Enim Sumatera Selatan*, Prosiding Hasil-hasil Penelitian Puslitbang Geoteknologi, LIPI, hal. 678.
- Tsai, S.C., 1981, *Fundamentals of Coal Benefication and Utilization*, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam-Oxford-New York.
- Utomo, W., 2006, *Dapur dan Bahan Bakar*, hal. 4-13, Cilegon.
- Yakub, A., 1996, *Pengambilan, Preparasi dan Pengujian Contoh Batu Bara*, ATC Course Materials.