

PENGARUH LAJU ALIRAN OKSIGEN (O_2) & KARBON DIOKSIDA (CO_2) DALAM PROSES KARBONISASI DAN AKTIVASI PADA PROSES PEMBUATAN KARBON AKTIF BERBAHAN DASAR BATUBARA

Senoadi*, M Idrus Alhamid, Nasruddin, Hermanto
Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia
Kampus Baru UI Depok 16424
senoadi@trisakti.ac.id

ABSTRAK

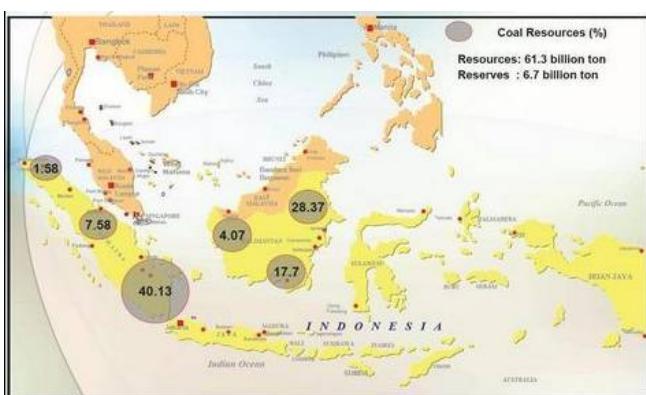
Penelitian ini membahas tentang proses pembuatan karbon aktif dari batubara Indonesia yaitu Riau, Sumatera Barat, dan Kalimantan Timur. Karbon aktif adalah senyawa karbon yang telah ditingkatkan daya adsorpsinya dengan melakukan proses oksidasi dan aktivasi. Penelitian ini adalah kelanjutan dari penelitian sebelumnya yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas karbon aktif dengan proses oksidasi pada temperatur $300^{\circ}C$ dan aktivasi dengan metode aktivasi fisika pada temperatur $950^{\circ}C$.

Pada penelitian ini selain melihat perubahan *burn off* dari variasi laju aliran gas pada proses oksidasi dan aktivasi juga untuk mengetahui hasil *burn off* dari variasi posisi *autoclave* dan arah aliran inlet gas oksigen dan karbondioksida sebagai activating agen. Dan hasilnya didapat nilai *burn off* 93.7% dan nilai *iodine number* 879 mg/g pada batubara kalimantan timur pada autoclave horizontal dan arah aliran inlet bottom.

Kata kunci :
Karbon aktif, oksidasi dan aktivasi, *burn off*

1. Pendahuluan

Dan persentase persebaran batubara indonesia pada tahun 2008 dapat dilihat pada tabel dibawah ini



Gambar 1. Peta persebaran cadangan dan sumber daya batubara di Indonesia

(sumber :www.binnacle.co.id, diakses 18 Juni 2010)

Data berikut ini menunjukkan bahwa indonesia juga merupakan salah satu negara dengan produksi terbesar di dunia.

PR China	2761Mt	Indonesia	246Mt
USA	1007Mt	South Africa	236Mt
India	490Mt	Kazakhstan	104Mt
Australia	325Mt	Poland	84Mt
Russia	247Mt	Colombia	79Mt

Tabel 1. Sepuluh besar negara dengan produksi batubara terbesar di dunia pada tahun 2008
(sumber :http://www.worldcoal.org/coal_table_of_coal_proDUCTION.htm diakses pada 10 Juni 2010)

Mt diatas adalah kependekan dari Megaton atau juta kilogram. Dari data diatas

kita bisa melihat indonesia menempati urutan ke-enam yaitu sebesar 246Mt atau 246 juta kilo dari sepuluh besar negara dengan produksi batubara terbesar setiap tahunnya. Artinya bahwa potensi ketersediaan batubara yang ada di Indonesia sangat mungkin bisa dimanfaatkan untuk beberapa aplikasi.

Aplikasi penggunaan batubara itu sendiri dapat digunakan sebagai bahan bakar langsung, untuk menghasilkan energi listrik melalui PLTU. Tetapi selain itu batubara juga dapat digunakan sebagai bahan dasar



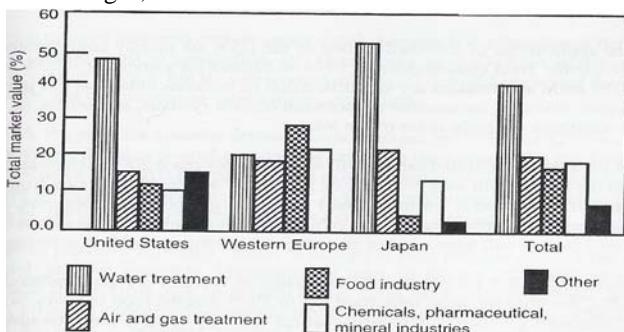
(<http://insidewinme.blogspot.com/2007/12/penggunaan-batu-bara.html>) diakses pada 9 juni 2010 :

- Karbon aktif , yang penggunaan pada saringan air bersih dan pembersih udara.
- Serat karbon, bahan pengeras yang sangat kuat namun ringan yang digunakan pada konstruksi pada sepeda gunung dan raket tenis.
- Metal silikon, yang digunakan untuk memproduksi silikon dan silan, yang berfungsi untuk membuat pelumas, bahan kedap air, resin, kosmetik, shampo, dan pasta gigi.

Dari aplikasi tersebut ternyata batubara bisa dimanfaatkan untuk hal yang bersifat ekonomis namun penting manfaatnya dalam kehidupan. Salah satunya adalah penggunaannya sebagai bahan dasar dari pembuatan karbon aktif. Karbon aktif didefinisikan sebagai senyawa karbon yang telah ditingkatkan daya adsorpsinya dengan melakukan proses karbonisasi dan aktivasi. Selain dari batubara karbon aktif dapat dibuat dari berbagai macam bahan , selama bahan itu mengandung karbon seperti tempurung kelapa, kayu, sekam padi, tulang binatang, jagung, dll. Tetapi bahan dasar yang saat bagus sebagai bahan dasar pembuatan karbon aktif adalah batubara. Hal ini dikarenakan daya absorpsi dan besarnya dari luas permukaan dari karbon aktif hasil dari batubara.

Aplikasi penggunaan adsorben komersial telah banyak antara lain adalah karbon aktif, silica gel, zeolit, alumina, *selective water sorbents* (SWS). Dari banyak jenis adsorben tadi karbon aktif merupakan jenis adsorben yang paling banyak digunakan, baik dari segi aplikasi maupun penggunaannya.

Seperti ditunjukkan oleh gambar 2 bahwa negara-negara seperti Amerika Serikat, Eropa Barat, dan Jepang menggunakan karbon aktif paling besar untuk pemurnian air, kemudian untuk industri makanan, pemurnian udara dan gas, serta industri obat.



Gambar 2. Penggunaan Karbon Aktif di Negara-Negara Industri

Pada prinsipnya pembuatan karbon aktif terdiri atas tiga proses yaitu pemilihan bahan dasar, karbonisasi, dan aktivasi (Yang R.T. 2003). Kualitas karbon aktif itu sendiri dipengaruhi dari perlakuan-perlakuan pada saat proses pembuatannya

Beberapa aplikasi potensial dari karbon aktif sebagai adsorben terdapat pada sistem pendingin adsorpsi, tempat penyimpanan gas alam (*adsorbed natural gas*) dan sistem penyerapan CO₂. Karbon aktif juga merupakan salah satu alternatif pada sistem pendingin karena mempunyai sistem yang ramah lingkungan.

Berdasarkan data dan penjelasan yang ada di atas dapat dilihat bahwa potensi ketersediaan batubara yang sangat besar di Indonesia bisa dimanfaatkan untuk bahan dasar karbon aktif. Sampai saat ini batubara di Indonesia hanya digunakan sebagai bahan bakar. Sedangkan penggunaan batubara sebagai bahan bakar memiliki nilai ekonomi yang relatif lebih rendah dibanding dengan penggunaan batubara sebagai bahan dasar pembuatan karbon aktif. Hal inilah yang membuat kebutuhan terhadap karbon aktif akan semakin besar. Oleh karena itu diperlukan adanya penelitian mengenai karbon aktif sebagai adsorben dari batubara yang ada di Indonesia sekaligus memproduksinya.

Beberapa penelitian tentang pembuatan karbon aktif dari batubara telah banyak dilakukan untuk mengetahui nilai karakteristiknya. Penelitian tersebut antara lain oleh Teng Hsisheng et al, 1996, yang melakukan penelitian mengenai karbon aktif dari batubara bituminous yang berasal dari Australia dengan aktivasi CO₂ dihasilkan luas permukaan sampai dengan 1171 m²/g pada temperatur aktivasi antara 800-900°C.

Dari beberapa penelitian dan produksi tentang karbon aktif ada beberapa metode yang digunakan seperti karbonisasi dan aktivasi menggunakan kimia atau fisika. Dalam hal ini produksi dan juga penelitian menggunakan aktivasi fisika masih kurang walaupun mempunyai keuntungan dari segi bahan dan biaya yang digunakan. Untuk memproduksi karbon aktif dengan punya nilai jual yang tinggi dan karakteristik yang baik perlu adanya suatu penelitian. Menggunakan batubara sebagai bahannya dan proses aktivasi fisika merupakan penelitian yang menguntungkan namun perlu adanya percobaan dengan proses yang berbeda dan parameter yang berbeda untuk mendapatkan karbon aktif dengan nilai dan hasil yang terbaik.

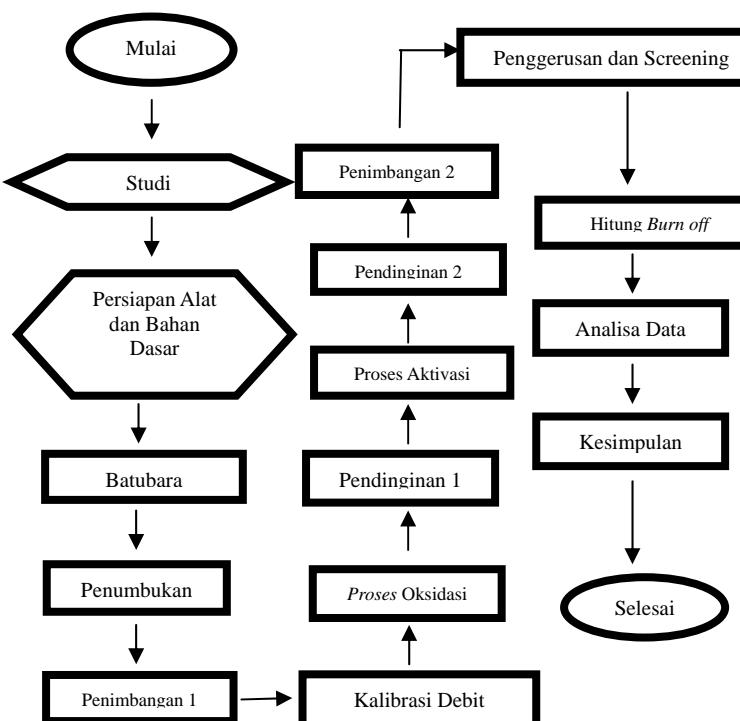
Karena banyak dan tersebarnya serta beragam jenis batubara yang berada di Indonesia, untuk itu penelitian dengan menggunakan batubara asal sendiri yaitu dari salah satu daerah penghasil batubara terbesar di Indonesia dan menggunakan proses aktivasi fisika



didalamnya perlu dilakukan. Sudah saatnya bangsa Indonesia memproduksi batubara sendiri dengan hasil dan kualitas yang terbaik.

2. Metodologi Penelitian

Pada bab ini berisi tentang penguraian tentang diagram alir penelitian prosedur penelitian yang dilakukan dan perhitungan yang diperlukan untuk mengolah data. Penelitian mengenai pembuatan karbon aktif dari batubara ini dilakukan di Laboratorium Depertemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Untuk pengujian seperti pengujian *iodine number* dilakukan di Laboratorium Akademi Kimia Analisis Bogor



Gambar 3. Diagram alir proses penelitian

Persiapan Alat dan Bahan Dasar

Dalam penelitian kali ini digunakan beberapa alat/peralatan seperti :

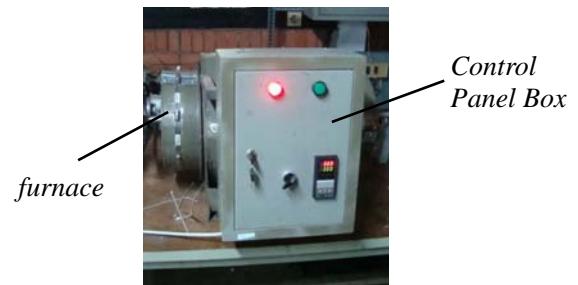
1. Mesin Furnace

Merupakan mesin atau alat yang digunakan untuk melakukan proses pembakaran / pemanasan pada batubara untuk membuat karbon aktif dengan proses oksidasi dan aktivasi. Mesin atau alat ini didesain sendiri agar posisi dari *autoclave* horizontal, dan kemudian

dilakukan modifikasi agar *autoclave* dapat bergerak berputar.



Gambar 4. Furnace (tampak samping)



Gambar 5. Alat furnace

2. Reaktor Autoclave

Berfungsi sebagai tempat atau wadah dari batubara selama proses pembuatan karbon aktif dengan menggunakan *furnace* pada suhu yang tinggi

Pada penelitian kali ini digunakan 3 buah *autoclave* yaitu *autoclave* untuk sistem rotary (autoklyn), *autoclave* dengan metode inlet bottom, *autoclave* dengan metode inlet center



Gambar 6. Autoclave dengan inlet bottom



Gambar 7..Autoclave inlet center



3. Timbangan digital

Timbangan disini sangat dibutuhkan untuk menimbang massa batubara sebelum proses dan masa karbon aktif sesudah proses. Yang juga menentukan *burn off* dari karbon aktif hasil dari pembuatan.



Gambar 8. Timbangan

Spesifikasi:

Timbangan Digital Merk A&D FX 350

Berat Maksimum yang dapat ditimbang 300g.

USB Port : RS-232C

100mA, 7~10V

4. Ayakan ukuran *mesh* 10 x 20

Berfungsi untuk pemerataan ukuran karbon aktif yang telah dibuat.

5. Pipa untuk aliran gas

Pipa yang digunakan adalah pipa stainless steel dengan ukuran 1/8 inci untuk instalasi pengaliran gas baik yang masuk menuju *autoclave* maupun yang keluar dari *autoclave*.

6. Tabung Gas Oksigen (O_2) dengan regulatornya

Berfungsi sebagai sumber gas oksigen pada proses oksidasi

7. Tabung Gas Karbon dioksida (CO_2) dengan regulatornya

Berfungsi sebagai sumber gas carbondioksida pada proses aktivasi



Tabung gas O_2

Tabung gas CO_2

Gambar 9. Tabung Gas O_2 dan CO_2 Beserta
Regulatornya

8. Flowmeter

Berfungsi untuk mengatur laju aliran gas yang ingin digunakan. Pada penelitian kali ini digunakan dua buah jenis flowmeter, satu yang mempunyai skala maksimal 100 ml/menit dan yang satunya lagi dengan skala 500 ml/menit.



Gambar 10. Flow meter skala 5 ml dan 100ml

9. Bubble Soap

Alat ini berfungsi untuk mengkalibrasi laju aliran gas yang akan digunakan pada saat melalui *flowmeter*. Alat ini memanfaatkan gelembung busa sabun yang nantinya akan bergerak naik sesuai dengan besarnya aliran gas yang dialirkan kedalamnya. Bubble soap ini menggunakan gelembung busa sabun karena massanya yang dapat diabaikan sehingga tidak ada gaya yang bekerja pada saat gelembung busa sabun naik. (gaya dorong dari gas = debit aliran gas). Busa sabun ini tidak tercampur dengan CO_2 dan O_2 . Karena saat dilakukan proses kalibrasi gas yang dialirkan langsung terbuang ke udara bebas.



Gambar 11. Bubble Soap



10. Stopwatch

Berfungsi untuk mengukur waktu naiknya kecepatan gelembung sabun pada *bubble soap* pada saat kalibrasi laju aliran.

11. Lumpung dan Alu

Digunakan untuk menggerus sampel agar menjadi lebih kecil, kerena batubara yang didapat tidak langsung tersedia dalam ukuran yang diinginkan. Selain itu juga untuk menggerus karbon aktif agar dapat digunakan dalam proses absorpsi dan sebagai sampel untuk memperoleh luas permukaan.

12. Peralatan lainnya seperti kunci-kunci, botol plastik atau pot plastik, kain lap dan lain lain.

3. Hasil penelitian dan analisa

Preparasi dan karakteristik karbon aktif dari batubara dilakukan secara eksperimen di laboratorium. Hasil preparasi dan karakterisasi karbon aktif tersebut dianalisa dan dibahan pada sub bab berikut ini.

3.1. Hasil Preparasi Karbon Aktif

Preparasi karbon aktif dari batubara dalam penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan yakni tahap persiapan bahan dasar, tahap karbonisasi dan tahap aktivasi.

Persiapan Bahan Dasar.

Batubara sebagai bahan dasar karbon aktif yang diperoleh dari tambang batubara yang berada di Indonesia yaitu Riau, Sumatera Barat, dan Kalimantan Timur memang belum berbentuk granul masih dalam bongkahan, untuk itu batubara perlu digerus agar mencapai ukuran granul 5-10 mm. seperti terlihat pada gambar dibawah.

Pembuatan batubara dengan ukuran yang lebih kecil dan seragam bertujuan agar gas O₂ dan gas CO₂ dapat terdistribusi secara merata dan mudah mengenai butiran-butiran batubara pada *autoclave* pada saat karbonisasi dan aktivasi. Sehingga dapat mencegah terjadinya reaksi pembakaran antara bahan dasar (batubara) dengan oksigen pada saat karbonisasi yang berakibat hilang dan rusaknya struktur pori-pori dari bahan dasar (batubara).

Proses Oksidasi

Batubara disiapkan sebanyak 50 gram untuk oksidasi. Proses oksidasi dilakukan pada temperatur 300°C konstan selama 6 jam. Setelah proses tersebut

batubara awal akan berubah persentase kandungannya kerena unsur tersebut hilang saat proses oksidasi.

Proses Aktivasi

Proses aktivasi dilakukan untuk memperbesar pori dari karbon aktif yang sudah terbentuk setelah proses oksidasi. selain itu proses aktivasi juga berguna untuk mengeluarkan unsur-unsur selain karbon yang masih ada pada batubara setelah proses oksidasi seperti tar dan hidrokarbon.

Hasil setelah proses aktivasi ini merupakan hasil akhir dari pembuatan karbon aktif sebelum nantinya digerus untuk memperkecil ukuran karbon aktif. Setelah proses aktivasi ini batubara berubah menjadi karbon aktif yang berbentuk granul dan mengkilat.

3.2. Data Hasil Penelitian

Data yang dihasilkan pada proses pembentukan karbon aktif ini adalah berupa *burn off* dan selanjutnya dilakukan pengujian *iodine number*. Data tersebut (*iodine number*) merupakan parameter yang sah untuk melihat seberapa baik karbon aktif yang telah dibuat.

Burn Off Riau

Berikut adalah data *burn off* dari hasil pembuatan karbon aktif dari batubara Riau. Variasi yang dilakukan adalah dengan membedakan laju aliran dari CO₂ dan O₂.

Nama Sampel	Massa (kg)	aliran O ₂ (ml/mnt)	aliran CO ₂ (ml/mnt)	<i>burn off</i> (%)
RU50 6B-6B	50	100	100	46.94
RU50 6B-6C	50	100	150	45.88
RU50 6B-6D	50	100	200	58.08

Tabel 2. *Burn Off* batubara Riau dengan variasi aliran CO₂

Nama Sampel	Massa (kg)	aliran O ₂ (ml/mnt)	aliran CO ₂ (ml/mnt)	<i>burn off</i> (%)
RU50 6B-6D	50	100	200	58.08
RU50 6D-6D	50	200	200	68.58
RU50 6E-6D	50	250	200	76.64

Tabel 3. *Burn Off* batubara Riau dengan variasi aliran O₂

Dari kedua tabel diatas kita simpulkan bahwa burn off yang paling besar adalah pada laju aliran gas oksigen 250 ml/menit dan gas karbodioksida 200 ml/menit yaitu sebesar 76,64%.



Burn Off Sumatera Barat

Berikut adalah data *burn off* dari hasil pembuatan karbon aktif dari batubara Sumatera Barat. Variasi yang dilakukan adalah dengan membedakan laju aliran dari CO_2 dan O_2 berikut adalah datanya

Nama Sampel	Massa (kg)	aliran O_2 (ml/mnt)	aliran CO_2 (ml/mnt)	<i>burn off</i> (%)
SB50 6D-6D	50	200	200	71.24
SB50 6D-6E	50	200	250	71.9
SB50 6D-6F	50	200	300	65.76

Tabel 4..*Burn Off* batubara Sumatera Barat dengan variasi aliran CO_2

Nama Sampel	Massa (kg)	aliran O_2 (ml/mnt)	aliran CO_2 (ml/mnt)	<i>burn off</i> (%)
SB50 6C-6D	50	150	200	66
SB50 6D-6D	50	200	200	71.24
SB50 6E-6D	50	250	200	86.04

Tabel 5. *Burn Off* batubara Sumatera Barat dengan variasi aliran O_2

Dari kedua tabel diatas kita simpulkan bahwa *burn off* yang paling besar adalah pada laju aliran gas oksigen 250 ml/menit dan gas karbodioksida 200 ml/menit yaitu sebesar 86,04%.

Burn Off Kalimantan Timur

Berikut adalah data *burn off* dari hasil pembuatan karbon aktif dari batubara Kalimantan Timur. Variasi yang dilakukan adalah dengan membedakan laju aliran dari CO_2 dan O_2 berikut adalah datanya

Nama Sampel	Massa (kg)	aliran O_2 (ml/mnt)	aliran CO_2 (ml/mnt)	<i>burn off</i> (%)
KT50 6D-6B	50	200	100	80.3
KT50 6D-6C	50	200	150	83.9
KT50 6D-6D	50	200	200	86.24

Tabel 6..*Burn Off* batubara Kalimantan Timur dengan variasi aliran CO_2

Nama Sampel	Massa (kg)	aliran O_2 (ml/mnt)	aliran CO_2 (ml/mnt)	<i>burn off</i> (%)
KT50 6B-6D	50	100	200	64.42
KT50 6C-6D	50	150	200	76.44
KT50 6D-6D	50	200	200	86.24

Tabel 7. *Burn Off* batubara Kalimantan Timur dengan variasi aliran O_2

Dari kedua tabel diatas kita simpulkan bahwa *burn off* yang paling besar adalah pada laju aliran gas oksigen 200 ml/menit dan gas karbodioksida 200 ml/menit yaitu sebesar 86,24%.

3.3. Analisa Data

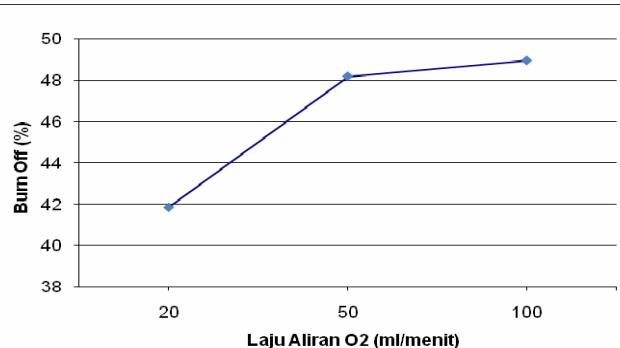
Pengaruh Posisi *Autoclave*

Perbandingan Posisi *Autoclave* Vertikal dan Horizontal

Hasil dari *burn off* untuk posisi *autoclave* horizontal dapat kita lihat pada tabel 4.1, 4.2, 4.3 dan hasil untuk *burn* pada posisi vertikal diambil dari penelitian terdahulu yang dilakukan Magribi yang datanya bisa kita lihat pada tabel dibawah ini.

Nama Sampel	Laju Aliran O_2 (ml/menit)	Waktu Oksidasi (menit)	<i>Burn Off</i> (%)
RUB -6	20	360	41,88
RUC -6	50	360	48,20
RUD -6	100	360	48,96

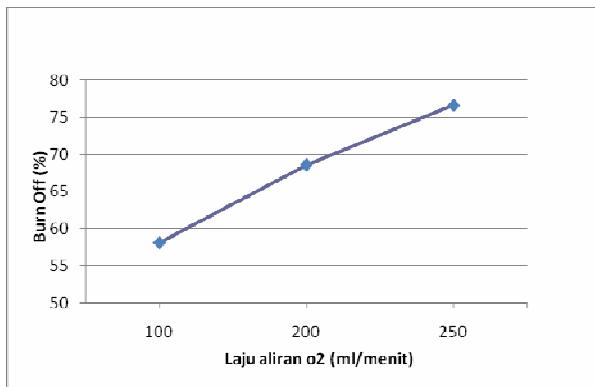
Tabel 8. *Burn off autoclave* vertikal batubara Riau dengan variasi aliran O_2 (Magribi, 2009)



Gambar 12. Hasil *burn off* dari batubara riau dengan *autoclave* vertikal



Gambar grafik diatas adalah *burn off* untuk batubara Riau dengan laju aliran gas karbodioksida konstan yaitu 100 ml/menit. Pada laju aliran gas oksigen 100 ml/menit kita dapatkan hasil *burn off* adalah 48.96%.



Gambar 13. Hasil *burn off* dari batubara dengan *autoclave* horizontal

Pada gambar grafik diatas juga adalah *burn off* dari batubara Riau dengan laju aliran karbodioksida konstan yaitu 100 ml/menit. Tetapi menggunakan posisi *autoclave* horizontal. Pada laju aliran oksigen 100 ml/menit pada gambar diatas dapat *burn off* dari batubara sebesar 58%. Dari kedua gambar diatas (gambar 4.1,4.2) diambil kesimpulan bahwa posisi *autoclave* horizontal memberikan hasil *burn off* yang lebih baik dari pada *autoclave* vertikal. Hal ini dikarenakan pada posisi horizontal aliran gas dari oksigen lebih banyak bereaksi dengan batubara. Dan dari kedua grafik diatas didapatkan bahwa nilai *burn off* bertambah dengan bertambahnya laju dari aliran gas oksigen.

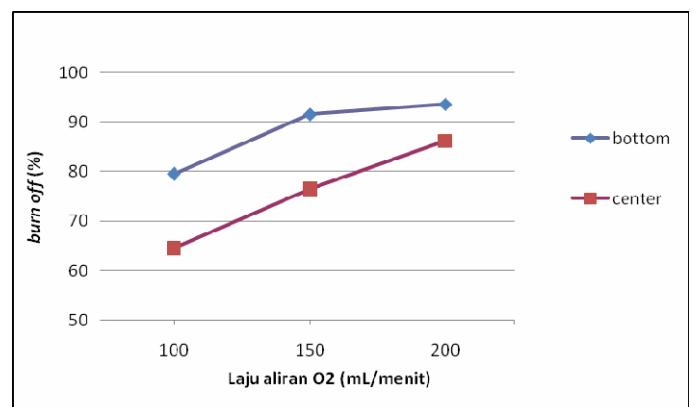
Perbandingan *Autoclave* Arah Aliran Inlet Gas Secara Center Dengan Bottom

Kedua *autoclave* tersebut berada pada posisi horizontal yang membedakannya adalah arah dari aliran activating agen atau gas CO₂.

Seperti dapat dilihat pada data tabel diatas kita bisa membandingkan hasil pembuatan karbon aktif dengan variasi perbedaan metode aliran inlet gas. Data untuk aliran gas inlet center bisa dilihat pada tabel diatas dan data untuk aliran gas bottom dapat dilihat pada tabel diatas.

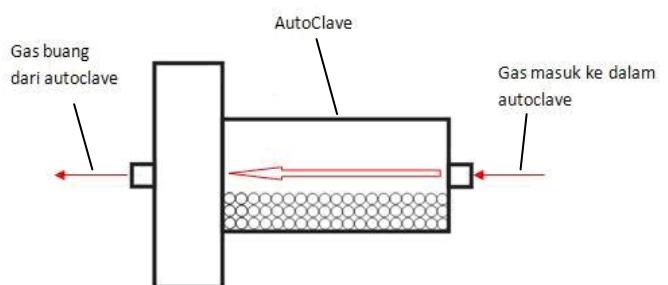
Nama Sampel	Massa (kg)	aliran O ₂ (ml/mnt)	aliran CO ₂ (ml/mnt)	<i>burn off</i> (%)
KT100 6B-6B	100	100	100	79.52
KT100 6C-6D	100	150	100	91.64
KT100 6D-6B	100	200	100	93.7

Tabel 9. *Burn off* aliran activating agen bottom



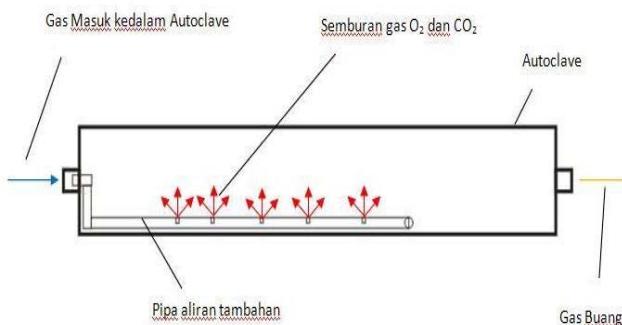
Gambar 14. Grafik perbandingan arah aliran bottom dan center

Dari grafik diatas dapat kita lihat bahwa nilai *burn off* lebih tinggi pada aliran inlet bottom dibandingkan dengan aliran inlet center. Hal ini terjadi karena pada aliran inlet center arah aliran gas hanya melewati batubara dan hanya sedikit yang bereaksi dengan batubara. Berbeda halnya dengan arah aliran inlet bottom, arah aliran diarahkan menuju batubara jadi reaksi gas dengan batubara dapat terjadi dengan maksimal. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 15. Aliran gas inlet center

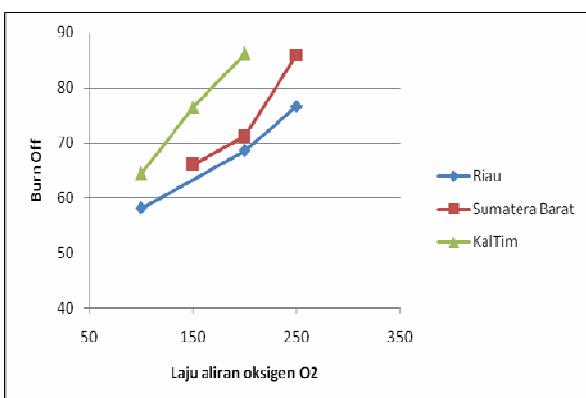




Gambar 16. Aliran gas inlet bottom

Perbandingan Pengaruh Proses Oksidasi (CO_2 konstan)

Data yang menunjukkan nilai *burn off* untuk variasi laju oksigen atau variasi proses oksidasi pada keseluruhan batubara (Riau, Sumatera Barat, Kalimantan Timur) dapat kita lihat pada tabel 4.1, 4.3, 4.5 diatas. Dan dari tabel tersebut kita dapat lihat perbandingannya dengan melihat grafik dibawah ini.



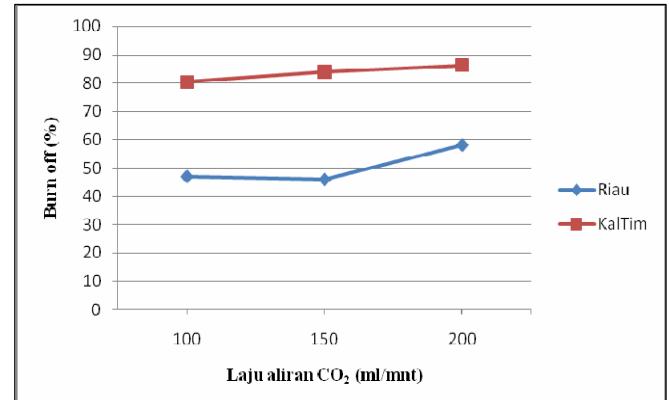
Gambar 17. Grafik *burn off* variasi proses oksidasi

Pada grafik diatas dapat kita lihat bahwa nilai *burn off* terbesar adalah karbon aktif berbahan dasar batubara Kalimantan Timur, diikuti oleh karbon aktif berbahan dasar dari batubara Sumatera barat baru kemudian Riau. Hal tersebut dapat kita lihat pada laju aliran CO_2 . Perbandingan tersebut dapat terlihat pada laju aliran gas oksigen 200 ml/menit dengan angka *burn off* tertinggi 86.24%.

Pada grafik *burn off* diatas semakin tinggi laju aliran gas oksigen (O_2) dengan laju aliran gas aktivasi yang konstan maka semakin tinggi juga nilai *burn off* yang akan didapatkan.

Perbandingan Pengaruh Proses Aktivasi (O_2 konstan)

Data yang menunjukkan nilai *burn off* untuk variasi laju gas karbodioksasi (CO_2) atau variasi proses aktivasi pada keseluruhan batubara (Riau, Sumatera Barat, Kalimantan Timur) dapat kita lihat pada tabel 4.2, 4.4, 4.6 diatas. Dan dari tabel tersebut kita dapat lihat perbandingannya dengan melihat grafik dibawah ini.



Gambar 18. Grafik *burn off* dengan variasi proses aktivasi

Pada grafik diatas gambar 4.6 juga kita bisa lihat bahwa *burn off* tertinggi masih pada karbon aktif berbahan dasar batubara kalimantan, perbandingan tersebut dapat terlihat pada laju aliran gas karbodioksida 200 ml/menit dengan angka *burn off* tertinggi 86.24%.

Pada grafik diatas dapat kita simpulkan bahwa nilai *burn off* akan naik seiring dengan bertambahnya laju aliran dari gas CO_2 . Akan tetapi hal ini terdapat batasannya seperti terlihat pada trendline karbon aktif sumatera barat, bahwa nilai *burn off* turun pada laju aliran gas CO_2 300 ml/menit yang hasilnya memang banyak sekali abu, atau batubara menjadi abu-abu akibat terbakar.

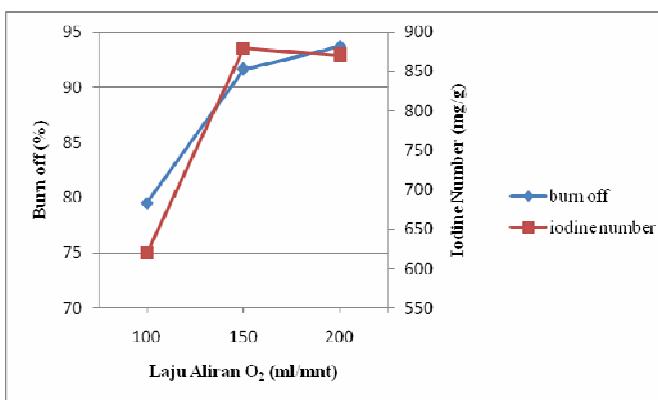
Analisa Burn Off dan Iodine Number

Data hasil uji tes *iodine number* yang dilakukan di lab AKA Bogor didapat data *iodine number* untuk *autoclave* dengan aliran activating agen bottom adalah sebagai berikut.

Massa (kg)	Laju aliran (ml/mnt)	<i>burn off</i> (%)	<i>iodine number</i> (mg/g)
100	100	79.52	619.35
100	150	91.64	879.01
100	200	93.7	880.46

Tabel 10. *Iodine number* dengan aliran inlet bottom

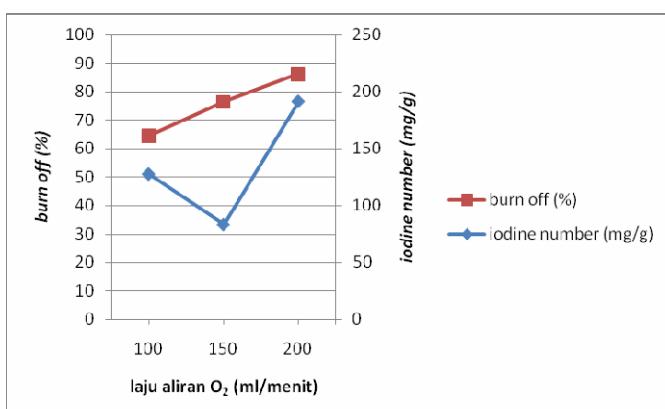




Gambar 19. Grafik hubungan *burn off* dan *iodine number*

Grafik diatas adalah nilai yang didapat dari batubara Kalimantan Timur dengan laju aliran karbondioksida konstan yaitu 200ml/ menit. Dari grafik diatas bisa kita lihat bahwa dengan metode ini kita bisa mendapatkan hasil *iodine number* dengan angka lebih dari 800 mg/g yaitu 879mg/g. Angka ini memenuhi persyaratan untuk karbon aktif komersil yaitu mempunyai angka *iodine number* diatas 500.

Dari grafik diatas kita lihat bahwa nilai dari *iodine number* tidak mengikuti trenline dari *burn off* hal ini karena batubara dari kalimantan akan mencapai nilai maksimum pada angka tersebut untuk laju aktivasi yang sama yaitu 200ml/ menit. Nilai *burn off* yang naik dikarenakan naiknya laju aliran oksigen yang mengakibatkan terjadinya pembakaran yang berlebih pada batubara sehingga angka *burn off* pun meningkat.



Gambar 20. Grafik hubungan *burn off* dan *iodine number*

Grafik diatas adalah perbandingan *iodine number* dengan *burn off* number pada *autoclave* dengan inlet gas center. Batubara yang digunakan adalah sama dengan grafik 4.6 yaitu batubara kalimantan dan laju

aliran dari karbondioksida adalah 200 ml/ menit.

Pada grafik diatas trenline dari *iodine number* tidak mengikuti trenline *burn off* seperti pada grafik sebelumnya hal ini dikarenakan pada kondisi seperti ini arah aliran gas yang masuk tidak bereaksi dengan baik dengan batubara yang ada didalam *autoclave*. Karenanya untuk memastikan kualitas dari karbon aktif ada baiknya dilakukan uji tes *iodine number*.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah

1. Dengan metode karbonisasi dengan mengalirkan gas O₂ diikuti aktivasi menggunakan CO₂ sebagai activating agen dan dengan metode inlet aliran gas bottom yang digunakan pada penelitian ini didapatkan nilai *burn off* yang tinggi yaitu sampai dengan 93,7%
2. Semakin besar laju aliran gas yang dialirkan yaitu (O₂ dan CO₂), semakin besar nilai *burn off* pada karbon aktif yang dihasilkan.
3. Pada metode aliran inlet secara bottom didapatkan nilai *iodine number* yang cukup tinggi yaitu 879,01 mg/g
4. Metode aliran inlet center memang memberikan hasil *burn off* yang meningkat seiring dengan pertambahan laju aliran gas O₂ dan gas CO₂ tapi hal ini tidak meningkatkan nilai dari *iodine number*
5. Trenline dari *burn off* tidak selalu mengikuti arah trenline *iodine number* untuk itu sebaiknya hasil dari pembuatan karbon aktif ini sebaiknya diujikan dengan menggunakan *iodine number*

DAFTAR REFERENSI

1. Marsh, H. & Rodriguez-Reinoso, F. 2006, *Activated Carbon*, Elsevier Ltd, Oxford UK.
2. Teng, Hsisheng, Jui-An Ho, Yung-Fu Hsu, and Chien-To Hsieh, 1996, *Preparation of Activated Carbons from Bituminous Coals with CO₂ Activation. 1. Effects of Oxygen Content in Raw Coals*, *Ind. Eng. Chem. Res.*, 35 (11), 4043 -4049, American Chemical Society
3. Manocha, Satish. M, 2003, *Porous Carbons*, Sadhana volume 28 part 1&2 pp 335-348, India.
4. Zou, Yong, Bu-Xing Han, 2001, *High surface Area Activated Carbon from Chinese Coal*, *Energy & Fuel*, 2001, 15, 1383-1386
5. Illan-Gomez, M.J., A. Garcia-Garcia, C. Salinas-Martinez de Lecea and A. Linares-Solano, 1996, *Activated Carbon from Spanish Coals. 2. Chemical Activation*, *Energy & Fuels*, 1996, 10, 1108-1114
6. Bansal, R.C., & Goyal, M. 2005, *Activated Carbon Adsorption*, Taylor & Francis Group, New York.
7. Yang, Ralph. T, 2003, *Adsorbents: Fundamentals and Applications*, John Wiley and Sons Inc, New Jersey.



8. Sehat Abdi Saragih (2006), Tesis *Pembuatan dan Karakteristik Karbon Aktif dari Batubara Riau Sebagai Adsorben*, Depok : Departemen Teknik Mesin FT-UI, 2006.
9. Chrisman, A. (2008), Skripsi *Preparasi Karbon Aktif Sebagai Adsorbent dari Batubara Sumatera Selatan Dengan Aktivasi CO₂*, Depok : Departemen Teknik Mesin FT-UI, 2008.
10. Ramdhani, Magribi (2009), Skripsi *Produksi Karbon Aktif Sebagai Adsorben dari Batubara Riau Dengan Metode Aktivasi Fisika Pada Temperatur 950°C Melalui Proses Oksidasi Pada Temperatur 300°C*, Depok : Departemen Teknik Mesin FT-UI, 2009
11. Iman (2008), Thesis *Pengaruh Kelembaban Udara Terhadap Pembakaran Spontan Batubara*, Depok : Departemen Teknik Mesin FT-UI, 2008
12. Martin, Awaludin. 2008, Kaji Karakteristik Karbon Aktif Sebagai Adsorben Terhadap Adsorbat Pasangannya. Depok : Departemen Teknik Mesin FT-UI, Depok
13. (http://www.worldcoal.org/indonesian_what_is_coal.htm, diakses 12 Juni 2010)

www.binnacle.co.id, diakses 18 Juni 2010

