

## KARAKTERISASI FLY ASH BATUBARA SEBAGAI BAHAN KATALITIK KONVERTER DALAM MEREDUKSI GAS BUANG HC DAN CO KENDARAAN BERMOTOR

**Abdul Ghofur<sup>1\*</sup>, Atikah<sup>2</sup>, Soemarno<sup>3</sup>, Abdul Hadi<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Doktoral Kajian Lingkungan dan Pembangunan  
Universitas Brawijaya Malang

<sup>2</sup>Dosen Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya Malang

<sup>3</sup>Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang

<sup>4</sup>Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru  
Jl. MT. Haryono No. 167 Malang  
\*email: ghofur70@yahoo.co.uk

### Abstrak

*Abu terbang batubara (Fly Ash) merupakan limbah industri dari PLTU yang pada umumnya dibuang di landfill atau ditumpuk begitu saja di dalam area industri. Penumpukan abu terbang batubara akan menimbulkan masalah bagi lingkungan karena menghasilkan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3). Untuk itu diperlukan suatu upaya pemanfaatan limbah abu terbang ini agar mampu meningkatkan nilai ekonomisnya serta mengurangi dampak buruknya terhadap lingkungan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik abu terbang sebagai bahan katalitik konverter dalam rangka mereduksi gas buang. Sedangkan metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan mengaktivasi fly ash dengan menggunakan  $H_2SO_4$  dengan beberapa variasi konsentrasi yaitu mulai 7 M, 8 M dan 9 M. Dari hasil percobaan IR terjadi pergeseran bilangan gelombang yaitu bilangan gelombang  $455.17\text{ cm}^{-1}$  bergeser  $459.03\text{ cm}^{-1}$ , hal ini menunjukkan konsentrasi  $H_2SO_4$  dapat menghilangkan zat pengotor pada pori abu layang. Dari beberapa variasi konsentrasi  $H_2SO_4$  juga menunjukkan konsentrasi sebesar 9 M adalah paling potensial untuk digunakan sebagai bahan katalitik konverter, hal ini dikarena ada kandungan unsur  $TiO$  dan meningkat 2,49%, meskipun relatif kecil dengan unsur ini diharapkan fly ash batubara mampu menjadi bahan katalitik konverter yang dapat mereduksi emisi gas buang.*

**Key words:** Emisi Gas buang HC, Fly ash dan CO Katalitik konverter,

### 1. PENDAHULUAN

Limbah merupakan hasil dari sisa aktivitas kegiatan yang sudah tidak digunakan lagi, sehingga limbah ini harus dibuang atau dikelola sehingga bisa bermanfaat. Limbah ini bisa berupa limbah cair dan padat. Abu terbang merupakan limbah industri dari PLTU. Abu terbang batubara umumnya dibuang di *landfill* atau ditumpuk begitu saja di dalam area industri. Penumpukan abu terbang batubara ini terakumulasi di lokasi tersebut dalam jumlah yang sangat banyak sehingga menimbulkan masalah bagi lingkungan. Jumlah abu batubara yang dihasilkan per hari dapat mencapai 500 - 1000 ton. Produksi abu terbang tersebut tidak bisa dihindari oleh industri PLTU, termasuk PLTU Asam-Asam yang menggunakan bahan bakar batubara. sehingga diperlukan suatu upaya untuk dapat memanfaatkan terhadap limbah abu terbang ini.

Berbagai penelitian mengenai pemanfaatan abu terbang batubara sedang dilakukan untuk meningkatkan nilai ekonomisnya serta mengurangi dampak buruknya terhadap lingkungan. Saat ini umumnya abu terbang batubara digunakan dalam pabrik semen sebagai salah satu bahan campuran pembuat beton. Selain itu, abu terbang batubara juga memiliki kegunaan sebagai adsorben. Hal itu didasari oleh struktur abu terbang yang berpori dan luas permukaan yang besar, serta kandungan kimia antara lain ;  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $MnO$  dan  $TiO_2$  yang mempunyai sifat sebagai katalis khususnya  $TiO_2$  dan dapat membantu mempercepat reaksi, sehingga dengan sedikit perlakuan dan modifikasi manjadikan abu terbang sebagai bahan yang cukup potensial sebagai katalis untuk mereduksi emisi gas buang kendaraan bermotor.

Gas buang kendaraan bermotor yang cukup berbahaya bagi kesehatan antara lain adalah gas buang CO, HC dan NOx yang dihasilkan dari pembakaran yang kurang sempurna di ruang bakar mesin. Seseorang yang terpapar CO akan terjadi keracunan yang serius akibat penguraian HbCO yang relatif lambat menyebabkan terhambatnya kerja molekul sel pigmen tersebut dalam fungsinya membawa oksigen keseluruh tubuh. Sedangkan gas buang Hidrokarbon di udara akan bereaksi dengan bahan-bahan lain dan akan membentuk ikatan baru yang disebut plycyclic aromatic hidrocarbon (PAH) dan Bila PAH ini masuk dalam paru-paru akan menimbulkan luka dan merangsang terbentuknya sel-sel kanker,. Sifat gas ini tidak berwarna dan tidak berbau tetapi mengandung racun yang membahayakan kesehatan, Jika tidak dikontrol dengan tepat maka emisi gas buang kendaraan bermotor akan menjadi ancaman yang serius bagi lingkungan dan kesehatan kita. Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk mengendalikan emisi gas buang kendaraan bermotor adalah dengan pemasangan katalitik konverter pada saluran gas buang kendaraan bermotor. hal itu didasari oleh struktur abu terbang yang berpori dan luas permukaan yang besar, serta kandungan kimia yang mampunyai fungsi katalis khususnya dan TiO<sub>2</sub> yang dapat membantu mempercepat reaksi, sehingga dengan sedikit perlakuan dan modifikasi manjadikan abu terbang sebagai bahan yang cukup potensial sebagai katalis untuk mereduksi emisi gas buang kendaraan bermotor. Oleh karena itu dengan pemanfaatan fly ash sebagai katalis pada katalitik converter diharapkan dapat mengatasi masalah pencemaran industri PLTU dan masalah pencemaran udara yang diakibatkan oleh kendaraan bermotor khususnya emisi gas HC dan CO. .

Beberapa kajian yang pernah dilakukan terhadap bahan katalis sebagai katalitik konverter selain logam mulia antara lain; tembaga, kuningan, mangan, zeolit, karbon aktif dari tempurung Kelapa. Dari penelitian yang dilakukan oleh Muhardi (2006) menunjukkan bahwa karbon aktif dapat menyerap kandungan timbal (Pb), sedangkan Kris Tri Basuki (2008) yang menggunakan katalis arang tempurung kelapa yang disisipi TiO<sub>2</sub> menunjukkan tingkat penurunan gas CO dan NO<sub>2</sub> mencapai 90 %. Eko Dedy Setiawan, 2001, menggunakan katalis zeolit untuk mengurangi emisi gas buang pada motor bensin 4 langkah 1 silinder berbahan bakar bensin. Hasilnya menunjukkan bahwa katalis zeolit dapat menurunkan emisi HC 58,23 %, NOx 50,82 %, sedangkan pada CO terjadi kenaikan sebesar 33,94 %.

Tujuan dari penelitian ini antara lain adalah untuk a) mengetahui karakteristik dari katalis yang terbuat dari fly ash batubara dengan menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan variasi percobaan yang berbeda b)membuat katalitik konverter dari bahan fly ash batubara sesuai dengan rancangan percobaan

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Waktu dan tempat penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Februari 2014 sampai April 2014 di Laboratorium Kimia Analitik, Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya. Analisis abu layang (*fly ash*) menggunakan instrumen XRF dilakukan di Laboratorium Bersama, Universitas Negeri Malang.

### 2.2 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah abu layang batubara PLTU Asam-asam Kalimantan Selatan, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> p.a (98%, bj 1,84), akuades dan kertas saring whatman no 41.

Tahap penelitian yang akan dilakukan antara lain preparasi abu layang, aktivasi abu layang dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, karakterisasi abu layang dengan XRF dan FTIR.

### 3.3 Metode Pengumpulan data

Metode yang dilakukan dalam kegiatan ini antara lain :

#### 3.1.1 Preparasi dan aktivasi abu layang batubara

Abu layang sebanyak 100 g dicuci dengan akuades, dikeringkan dalam oven pada temperatur 110°C selama 3 jam dan ditempatkan di desikator. Abu layang yang telah kering tersebut ditimbang sampai diperoleh berat konstan kemudian diayak dengan ayakan berukuran 150 mesh, padatan yang lolos diayak lagi dengan ayakan berukuran 180 mesh. Padatan yang tertahan pada ayakan kedua digunakan untuk penelitian selanjutnya. Abu layang hasil preparasi ditimbang 10 g, kemudian dimasukkan ke dalam gelas kimia dan ditambah 30 mL larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan variasi konsentrasi 7M, 8M dan 9M. Campuran direndam selama 24 jam setelah itu disaring dan

dicuci dengan akuades sampai pH 7. Abu layang yang telah dicuci kemudian dikeringkan dalam oven pada temperature 110°C selama 3 jam

### 3.1.2 Karakterisasi abu layang (fly ash) dengan Spektrofotometri infra merah

Karakterisasi dengan spektrofotometri infra merah dilakukan terhadap abu layang dicampur dengan serbuk KBr berukuran > 200 mesh dengan perbandingan 1:3 (sampel:serbuk KBr). Campuran dimasukkan kedalam pil baja tahan karat kemudian pil dimasukkan kedalam alat pembuat pellet (*pellet die*). *Pellet die* divakumkan dengan pompa hidrolik selama 2 menit untuk membentuk pellet KBr. Pellet KBr dimasukkan ke ruangan sampel (*sample compartment*) untuk analisis. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan software FTIR-8000 PC Shimadzu dalam computer dengan kisaran bilangan gelombang 400 cm<sup>-1</sup> hingga 4000 cm<sup>-1</sup>. Spektra yang terbentuk kemudian dicetak dan diinterpretasikan menggunakan tabel identifikasi gugus fungsi.

### 3.1.3 Karakterisasi abu layang (fly ash) dengan X-RayFluorescence (XRF)

Karakterisasi dengan *X-RayFluorescence* (XRF) dilakukan terhadap sampel serbuk abu layang dimana sampel berupa serbuk dimasukkan ketempat sampel kemudian dilakukan XRF selama 10 menit

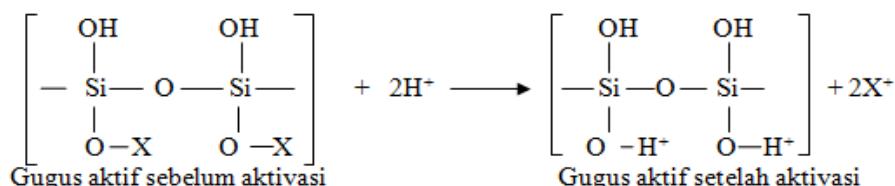
### 3.1.4 Metode Analisa data

Dari semua hasil pengujian tersebut akan dilakukan analisan terhadap aktiviasi dengan beberapa variasi dari penggunaan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Dari hasil Lab pengujian terhadap karakteristik abu layang akan diinterpretasikan dalam sebuah data. Dari hasil tersebut akan digunakan sebagai langkah awal untuk dijadikan sebagai bahan katalitik konverter dalam rangka mereduksi emisi gas buang HC dan CO kendaraan bermotor.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Aktivasi Abu layang menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Dalam penelitian ini sebelum abu layang digunakan sebagai bahan adsorpsi atau katalitik konverter untuk gas buang kendaraan bermotor, maka fly ash batubara ini diaktifasi terlebih dahulu dilakukan aktivasi secara kimia dengan menggunakan asam sulfat dengan variasi konsentrasi yaitu 7M, 8M dan 9M. Proses aktivasi secara kimia menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dimaksudkan untuk menghilangkan zat pengotor yang ada pada abu layang dengan ion H<sup>+</sup>. Peristiwa pergantian zat pengotor (X) yang ada pada abu layang dengan ion H<sup>+</sup> akibat dari aktivasi abu layang dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dapat menyebabkan gugus asam Bronsted (Gambar 1) (Nicolette R, 2005).



Gambar 1. Proses aktivasi asam pada abu layang

Untuk mengetahui unsur pada abu layang dengan menggunakan instrumen XRF. Hasil karakterisasi dengan XRF abu layang sebelum aktivasi dan setelah aktivasi dengan 7M, 8M dan 9M ditunjukkan pada Tabel 1.

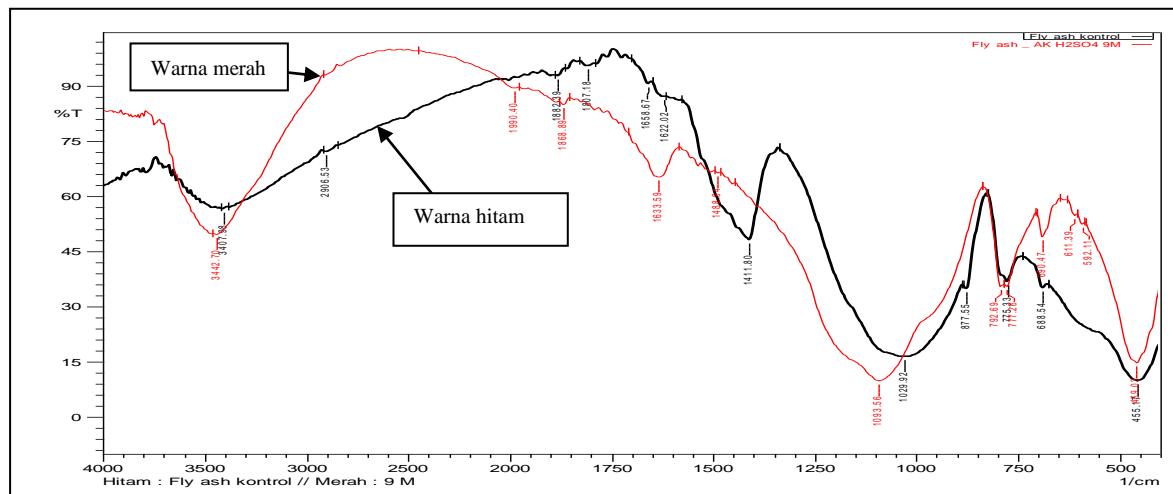
Berdasarkan data dalam Tabel 1. kandungan Fe dan Si persentasenya lebih besar daripada unsur yang lainnya dalam abu layang. Kadar abu layang sebelum diaktifasi masih tinggi yakni 58.84 % sedangkan kandungan Si hanya 16,90 %. Setelah aktivasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 7 M dan 8M unsur Si mulai meningkat yakni 34.50 % dan menurun lagi 36.10 % tetapi unsur Fe masih lebih tinggi 38.23% dan 36.10%. Setelah aktivasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 9M unsur Si meningkat 47.70 % sedangkan unsur Fe turun 29.40%. Sedangkan unsur yang akan kita harapkan menjadi katalis adalah Ti terjadi peningkatan 2,49 % meskipun relatif kecil unsur ini kita harapkan bisa dijadikan sebagai bahan katalitik konverter yang dapat mereduksi emisi gas buang kendaraan beromotor Hal ini dikarenakan

adanya pergantian ion  $\text{Fe}^{2+}$  dengan ion  $\text{H}^+$  akibat aktivasi abu layang dengan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  menurut reaksi seperti dalam Gambar 1, dari data XRF dapat diketahui bahwa aktivasi dengan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  9M merupakan yang terbaik, yang nantinya diharapkan dapat dijadikan bahan katalitik konverter dalam rangka mereduksi gas buang HC dan CO kendaraan bermotor

Tabel 1. Komposisi unsur abu layang hasil dari XRF

No	Unsur	Percentase		
		belum aktivasi	$\text{H}_2\text{SO}_4$ 7M	$\text{H}_2\text{SO}_4$ 8M
1	Fe	58.84	38.23	36.10
2	Ca	13.30	7.49	5.98
3	Si	16.90	34.5	40.20
4	Al	4.20	5.10	5.50
5	K	0.88	1.50	1.65
6	Ti	1.32	1.96	2.13
7	V	0.05	0.05	0.05
8	Cr	0.14	0.11	0.11
9	Mn	0.75	0.44	0.42
10	Ni	0.89	0.91	0.95
11	Cu	0.15	0.17	0.18
12	Zn	0.01	0.05	0.05
13	Sr	0.71	0.81	0.86
14	Ba	0.81	1.80	1.80
15	Eu	0.60	0.30	0.30
16	Mo	0.00	6.49	3.10
17	Re	0.50	0.20	0.20

Untuk mengetahui gugus aktif pada abu layang batubara maka dilakukan karakterisasi menggunakan instrumen FTIR. Hal ini ditunjukkan pada karakterisasi dengan FTIR dari abu layang sebelum diaktivasi dan sesudah diaktivasi dengan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  9M disajikan dalam Gambar 2.

Gambar 2. Spektrum IR katalis abu layang. Kurva abu layang sebelum aktivasi (warna Hitam), kurva abu layang setelah aktivasi  $\text{H}_2\text{SO}_4$  9M (warna merah).

Berdasarkan data spektra dalam Gambar 2, spektra abu layang sebelum diaktivasi menunjukkan pita serapan pada bilangan gelombang  $3407.98 \text{ cm}^{-1}$  merupakan vibrasi ulur gugus -OH, bilangan gelombang  $1400.80 \text{ cm}^{-1}$  merupakan vibrasi tekuk gugus -OH dari molekul  $\text{H}_2\text{O}$  yang terserap, bilangan gelombang  $1029.92 \text{ cm}^{-1}$  yang lebar dengan intensitas tajam menunjukkan vibrasi rentangan asimetris Si-O-Si yang menunjukkan adanya gugus Si-O atau Al-O pada struktur

$\text{TO}_4$  yang berkaitan dengan gugus Si-OH. Lebar puncak menunjukkan banyaknya gugus Si-OH sehingga kristalinitas dalam struktur abu layang menurun. Serapan pada  $775.33 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan vibrasi rentangan simetris Si-O-Si yang diikuti mode bending Si-O pada bilangan  $455.17 \text{ cm}^{-1}$ , menunjukkan adanya struktur pori dalam abu layang.

Setelah abu layang diaktifasi dengan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  menunjukkan pita serapan pada bilangan gelombang  $3407.98 \text{ cm}^{-1}$  bergeser ke  $3442.70 \text{ cm}^{-1}$  disertai penurunan intensitas. Pergeseran juga terjadi pada bilangan gelombang  $1400.80 \text{ cm}^{-1}$  ke  $1633.59 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan interaksi gugus – OH lemah. Hal ini mengindikasikan bahwa perlakuan asam merusak struktur gugus –OH karena lepasnya molekul air yang terikat secara fisik dalam abu layang. Munculnya pita serapan baru pada bilangan gelombang  $792.69 \text{ cm}^{-1}$ ,  $777.26 \text{ cm}^{-1}$  dan  $1093.56 \text{ cm}^{-1}$  merupakan vibrasi rentangan asimetris O-Si-O. Pergeseran juga terjadi bilangan gelombang  $455.17 \text{ cm}^{-1}$  bergeser  $459.03 \text{ cm}^{-1}$  disertai penurunan intensitas hal ini menunjukkan ikatan Si-O lemah. Fenomena ini membuktikan bahwa konsentrasi  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dapat menyebabkan melemahnya interaksi gugus Si-O dengan zat pengotor sehingga zat pengotor yang berada pada pori abu layang hilang sehingga pori abu layang semakin bersih. Hal ini diperkuat hilangnya pita serapan bilangan gelombang  $2906.53 \text{ cm}^{-1}$

Analisa IR abu layang sebelum aktivasi, abu layang setelah aktivasi dan abu layang setelah aktivasi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisa Abu layang sebelum aktivasi dan setelah aktivasi

No	Tipe Vibrasi	Bilangan gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ )	
		Abu layang sebelum aktivasi	Abu layang setelah aktivasi
1	-OH stretch dari Si-OH atau air	3407.98	3442.70
2	-CH <sub>3</sub> bend	2906.53	-
3	-OH bend (vibrasi tekuk –OH dari molekul air)	1622.02	1633.59
4	C=Ostretch dari karboksil	1411.80	-
5	Si-O stretch asimetris dari Si-O-Si	-	Serapan baru 1157,21; 1114,78 dan 1095,13
6	Si-O stretch dari Si-OH	1029.92	1093.56
7	Si-O bend dari Si-O-Si	775,33	792,69 dan 777.26
8	T-O (T = Fe atau Al) bend	455.17	459.03

## 5. KESIMPULAN

Dari kegiatan penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa setelah aktivasi  $\text{H}_2\text{SO}_4$  9M selain unsur Si meningkat 47.70 % juga unsur TiO meningkat sebesar 2,49 % sedangkan unsur Fe turun 29.40%. Dengan adanya peningkatan unsur TiO dari fly ash batubara di PLTU asam-asam Kalimantan selatan ini berpotensi untuk dijadikan katalitik konverter dalam rangka mereduksi emisi gas buang HC dan CO kendaraan bermotor.

## DAFTAR PUSTAKA

- Eko Dedy Setiawan, 2001, Menggunakan katalis Zeolit untuk mengurangi emisi gas buang pada motor bensin 4 langkah 1 silinder berbahan bakar bensin  
 Kris Tri Basuki, 2008, penurunan konsentrasi Co dan NO<sub>2</sub> pada emisi gas buang menggunakan arang tempurung kelapa yang disisipi TiO<sub>2</sub>  
 Muhardi, 2006, Penggunaan karbon aktif dalam menyerap kandungan timbal (Pb) pada kendaraan bermotor  
 Nicolette Rebecca H., 2005, The Application of High Capacity Ion Exchange Adsorbent Material, Synthesized from Fly Ash and Acid Mine Drainage