

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

Abdul Ghofur^{1*}, Atikah², Soemarno³, Abdul Hadi⁴

¹Mahasiswa Program Doktorat Kajian Lingkungan dan Pembangunan
Universitas Brawijaya Malang

²Dosen Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya Malang

³Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang

⁴Dosen 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. Penumpukkan 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 cm^{-1} bergeser 459.03 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 dikarenakan 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. Penumpukkan 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 menjadikan 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 plicyclic 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 kimiawi yang mempunyai fungsi katalis khususnya dan TiO₂ yang dapat membantu mempercepat reaksi, sehingga dengan sedikit perlakuan dan modifikasi menjadikan 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 koverter 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 TiO₂ menunjukan tingkat penurunan gas CO dan NO₂ 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 %, NO_x 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 H₂SO₄ 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, H₂SO₄ 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 H₂SO₄, 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 110⁰C 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 H₂SO₄ 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⁻¹ hingga 4000 cm⁻¹. 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

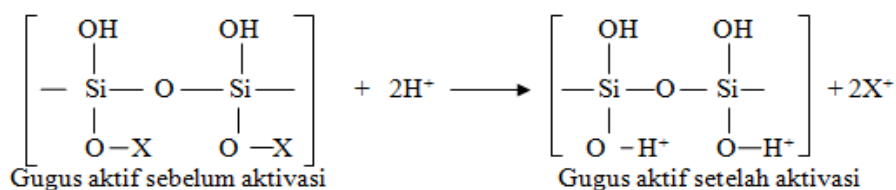
3.1.4 Metode Analisa data

Dari semua hasil pengujian tersebut akan dilakukan analisis terhadap aktivasi dengan beberapa variasi dari penggunaan H²SO⁴. Dari hasil Lab pengujian terhadap karakteristik abu layang akan di intepretasikan dalam sebuah data. Dari hasil tersebut akan digunakan sebagai langkah awal untuk di jadikan 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 H₂SO₄

Dalam penelitian ini sebelum abu layang digunakan sebagai bahan adsorpsi atau katalitik konverter untuk gas buang kendaraan bermotor, maka fly ash batubara ini diaktivasi terlebih dahulu dilakukan aktivasi secara kimia dengan menggunakan asam sulfat dengan variasi konsentrasi yaitu 7M, 8M dan 9M. Proses aktivasi secara kimia menggunakan H₂SO₄ dimaksudkan untuk menghilangkan zat pengotor yang ada pada abu layang dengan ion H⁺. Peristiwa pergantian zat pengotor (X) yang ada pada abu layang dengan ion H⁺ akibat dari aktivasi abu layang dengan H₂SO₄ 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.

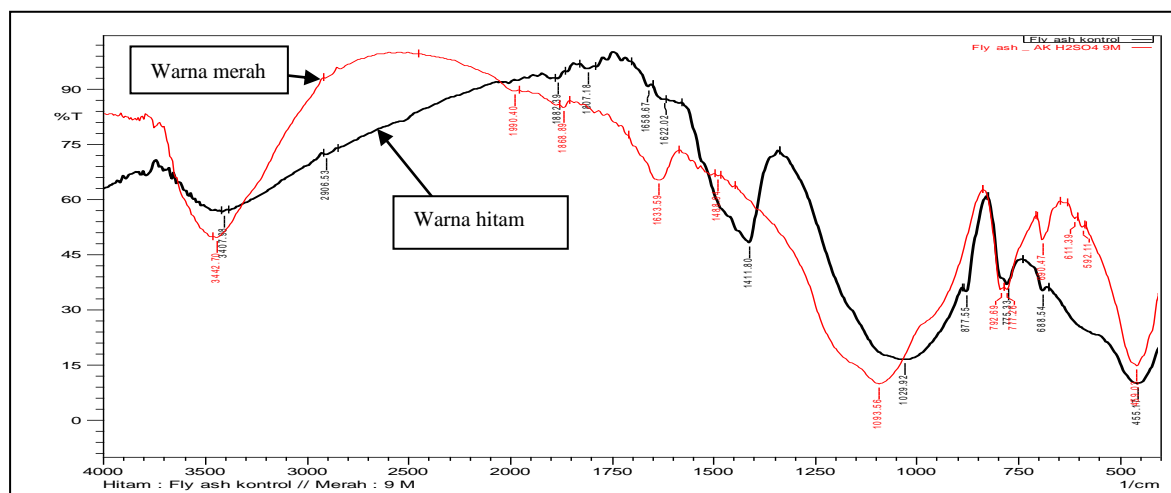
Berdasarkan data dalam Tabel 1. kandungan Fe dan Si persentasenya lebih besar daripada unsur yang lainnya dalam abu layang. Kadar abu layang sebelum diaktivasi masih tinggi yakni 58.84 % sedangkan kandungan Si hanya 16,90 %. Setelah aktivasi H₂SO₄ 7 M dan 8M unsur Si mulai meningkat yakni 34.50 % dan menurun lagi 36.10 % tetapi unsur Fe masih lebih tinggi 38.23% dan 36.10%. Setelah aktivasi H₂SO₄ 9M unsur Si meningkat 47.70 % sedangkan unsur Fe turun 29.40%. Sedamgkan unsur yang akan kita harapkan menjadi katalis adalah Ti terjadi peningkatan 2,49 % meskipun relatif kecil unsur ini kita harapkan bisa di jadikan sebaga bahan katalitik konverter yang dapat mereduksi emisi gas buang kendaraan beromoto Hal ini dikarenakan

adanya pergantian ion Fe^{2+} dengan ion H^+ akibat aktivasi abu layang dengan H_2SO_4 menurut reaksi seperti dalam Gambar 1, dari data XRF dapat diketahui bahwa aktivasi dengan H_2SO_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	Persentase			
		belum aktivasi	H_2SO_4 7M	H_2SO_4 8M	H_2SO_4 9M
1	Fe	58.84	38.23	36.10	29.40
2	Ca	13.30	7.49	5.98	6.51
3	Si	16.90	34.5	40.20	47.7
4	Al	4.20	5.10	5.50	5.70
5	K	0.88	1.50	1.65	2.11
6	Ti	1.32	1.96	2.13	2.49
7	V	0.05	0.05	0.05	0.08
8	Cr	0.14	0.11	0.11	0.11
9	Mn	0.75	0.44	0.42	0.43
10	Ni	0.89	0.91	0.95	1.01
11	Cu	0.15	0.17	0.18	0.19
12	Zn	0.01	0.05	0.05	0.08
13	Sr	0.71	0.81	0.86	0.75
14	Ba	0.81	1.80	1.80	1.50
15	Eu	0.60	0.30	0.30	0.20
16	Mo	0.00	6.49	3.10	3.10
17	Re	0.50	0.20	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 H_2SO_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 H_2SO_4 9M (warna (merah)).

Berdasarkan data spektra dalam Gambar 2, spektra abu layang sebelum diaktivasi menunjukkan pita serapan pada bilangan gelombang 3407.98 cm^{-1} merupakan vibrasi ulur gugus -OH, bilangan gelombang 1400.80 cm^{-1} merupakan vibrasi tekuk gugus -OH dari molekul H_2O yang terserap, bilangan gelombang 1029.92 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

TO₄ yang berkaitan dengan gugus Si-OH. Lebar puncak menunjukkan banyaknya gugus Si-OH sehingga kristalinitas dalam struktur abu layang menurun. Serapan pada 775.33 cm⁻¹ menunjukkan vibrasi rentangan simetris Si-O-Si yang diikuti mode bending Si-O pada bilangan 455.17 cm⁻¹, menunjukkan adanya struktur pori dalam abu layang.

Setelah abu layang diaktivasi dengan H₂SO₄ menunjukkan pita serapan pada bilangan gelombang 3407.98 cm⁻¹ bergeser ke 3442.70 cm⁻¹ disertai penurunan intensitas. Pergeseran juga terjadi pada bilangan gelombang 1400.80 cm⁻¹ ke 1633.59 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 cm⁻¹, 777.26 cm⁻¹ dan 1093.56 cm⁻¹ merupakan vibrasi rentangan asimetris O-Si-O. Pergeseran juga terjadi bilangan gelombang 455.17 cm⁻¹ bergeser 459.03 cm⁻¹ disertai penurunan intensitas hal ini menunjukkan ikatan Si-O lemah. Fenomena ini membuktikan bahwa konsentrasi H₂SO₄ 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 cm⁻¹

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

Tabel 2. Analisa Abu layang sebelum aktivasi dan setelah aktivasi

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

5. KESIMPULAN

Dari kegiatan penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa setelah aktivasi H₂SO₄ 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 di jadikan 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 NO₂ pada emisi gas buang menggunakan arang tempurung kelapa yang disisipi TiO₂
- 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