

33. Turnitin-KAJIAN ABU BATUBARA PLTU DI KALIMANTAN SEBAGAI MATERIAL KONSTRUKSI

by Irfan Prasetia

Submission date: 04-May-2023 05:26PM (UTC+0500)

Submission ID: 2084010800

File name: 33._KAJIAN_ABU_BATUBARA_PLTU_DI_KALIMANTAN.pdf (766.64K)

Word count: 3313

Character count: 18830



KAJIAN ABU BATUBARA PLTU DI KALIMANTAN SEBAGAI MATERIAL KON STRUKSI

Rusdianur¹, Muhammad Syaqui², Indra Tri Wicaksono² dan Irfan Praselia²

¹Pemerintah Provinsi Kalimantan Timur.

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Jl. A.
Yani Km. 35.5, Banjarbaru, 70714, Indonesia.

Email: rusdi.pengujian@yahoo.co.id

ABSTRAK

Kalimantan, sebagai salah satu daerah yang kaya akan batu bara, memiliki setidaknya 14 unit pembangkit listrik berbahan bakar fosil yang dikelola baik oleh PLN maupun pihak swasta. Dengan semakin maraknya pembangunan pembangkit listrik tersebut memang memberikan dampak yang positif bagi masyarakat. Akan tetapi, terdapat pula dampak negatif yang muncul yaitu adanya limbah abu pembakaran batu bara baik fly ash maupun bottom ash. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik fisik dan kandungan kimia yang terdapat didalam abu batu bara tersebut. Untuk hal tersebut, maka dilakukan uji pemeriksaan karakteristik fly ash berdasarkan aturan SNI dengan mengasumsikan fly ash sebagai agregat halus. Adapun analisis kandungan kimia fly ash diuji berdasarkan ASTM D3682-13. Selain itu, Pemeriksaan Strength Activity Index (SAI) berdasarkan ASTM C-618. Dari penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa berdasarkan kandungan kimianya, ketiga sampel fly ash PLTU Kalimantan dapat dikategorikan sebagai fly ash kelas C. Adapun pengujian analisis Strength Activity Index (SAI) menunjukkan bahwa hanya sampel fly ash PLTU Asam-Asam yang memiliki nilai SAI > 75%. Untuk pemanfaatan, dapat direkomendasikan bahwa fly ash Asam-Asam dapat digunakan sebagai bahan pengganti semen, sedangkan fly ash Pulang Pisau dan Embalut dapat digunakan sebagai bahan filler.

Kata kunci: abu batubara, PLTU Kalimantan, karakteristik abu batubara.

ABSTRACT

Kalimantan, as one of the regions rich in coal, has at least 14 units of fossil fuel power plants managed by PLN and the private sector. With the increasingly widespread development of the power plant it does have a positive impact on the community. Will however, there are negative impacts emerging that the waste rock ash coals both fly ash and bottom ash. The purpose of this study is to determine physical characteristics and the chemical content contained in the coal ash. For this, then do the test checks the characteristics of fly ash based on the rules of SNI to assume the fly ash as an aggregate fine. The analysis of fly ash chemical content was tested based on ASTM D3682-13. In addition, the Check Activity Strength Index (SAI) based on ASTM C-618. From the research that has been done, it is known that based on the chemical constituents of his, three samples of fly ash Borneo coal plant can be categorized as class C fly ash As analytical testing Strength Activity Index (SAI) shows that only the fly ash sample Asam-Asam power plant which has value of SAI > 75%. For utilization, it can be recommended that Asam-Asam fly ash can be used as a substitute for cement, while Pulang Pisau and Embalut fly ash can be used as filler material.

Keywords: coal ash, PLTU Kalimantan, coal ash characteristics.



1. PENDAHULUAN

Seiring dengan ²⁷ kebutuhan akan energi listrik di Indonesia pada umumnya dan Kalimantan pada khususnya yang terus meningkat tiap tahunnya, maka Perusahaan Listrik Negara (PLN) juga terus berbenah meningkatkan sumber-sumber pasokan energi listrik bagi masyarakat. Dari kurun waktu 5 tahun, PLN telah meningkatkan jumlah kapasitas terpasang pembangkit tenaga listrik dari 45.253,47 MW ditahun 201²⁹ menjadi 60.789,98 MW ditahun 2017 (Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan, 2018). Dari data tersebut, terlihat bahwa yang mendominasi adalah pembangkit listrik dengan menggunakan bahan bakar fosil, khususnya batubara. Tercatat hingga tahun 2017, diseluruh Indonesia terdapat sebanyak 104 unit pembangkit listrik berbahan bakar fosil dengan kapasitas total sebesar 15.100 MW (Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan, 2018).

Kalimantan, sebagai salah satu daerah yang kaya akan batu bara, memiliki setidaknya 14 unit pembangkit listrik berbahan bakar fosil yang dikelola baik oleh PLN maupun pihak swasta. Pembangkit listrik yang dikelola oleh PLN diantaranya adalah PLTU Embalut di Kalimantan Timur dengan kapasitas total 3 unit 110 MW, PLTU Asam-Asam di Kalimantan Selatan dengan kapasitas total 4 unit 260 MW, PLTU Pulang Pisau di Kalimantan Tengah dengan kapasitas total 2 unit 120 MW, dan PLTU di Kalimantan Barat dengan kapasitas total 4 unit 150 MW. Selain PLTU tersebut terdapat pula unit yang masih direncanakan akan dikembangkan dan PLTU yang dikelola oleh swasta.

Dengan semakin maraknya pembangunan pembangkit listrik tersebut memang memberikan dampak yang positif bagi masyarakat. Dengan bertambahnya kapasitas pembangkit listrik, maka semakin banyak rumah-rumah penduduk yang dapat dialiri listrik. Akan tetapi, selain dampak positif yang dihasilkan, pembangkit listrik tersebut, khususnya pembangkit listrik berbahan bakar fosil, juga memunculkan masalah lain. Masalah yang muncul dari pembangkit listrik berbahan bakar fosil adalah limbah abu pembakaran batu bara, yaitu abu terbang (fly ash) dan abu dasar (bottom ash). Sebagai contoh, PLTU Asam-Asam menghasilkan setidaknya 26.400 tons abu batu bara setiap tahunnya (Yanuar & Umar, 2015). Hal ini mengakibatkan pihak PLTU asam-asam mengalami kesulitan dalam hal pengelolaan limbah tersebut.

Sampai saat ini, metode pengelolaan limbah yang utama digunakan oleh PLTU asam-asam ialah dengan menggunakan metode konvensional yaitu penumpukan abu batubara pada landfill yang telah disiapkan. Akan tetapi, metode ini tidak akan menyelesaikan masalah ¹⁶ karena jumlah abu batubara yang semakin bertambah setiap harinya. Selain itu, karena terdapat kandungan ok¹⁶ logam berat yang dapat mencemari lingkungan, abu batubara juga dikategorikan sebagai limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) sesuai PP No.101 tahun 2014 tentang pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun. Maka diperlukan penanganan ⁵ khusus agar limbah abu batubara ini tidak menimbulkan kerusakan lingkungan.

Abu batubara (baik fly ash maupun bottom ash) telah banyak diteliti untuk dapat dimanfaatkan dalam dunia konstruksi maupun pertanian. Penelitian-penelitian tersebut bertujuan untuk mengurangi penumpukan abu batubara di landfill dan menjadikannya suatu produk yang memiliki nilai manfaat yang tinggi serta berwawasan lingkungan. Salah satu bentuk pemanfaatan abu batubara yang berhasil dilakukan ialah pemanfaatan abu batubara sebagai bahan konstruksi (Prasetya, Ma'ruf, & Riswan, 2016), portland pozzolanic cement, campuran pupuk tanaman, dan lain-lain.



Dilihat dari potensi yang dimiliki abu batubara dari pembangkit listrik berbahan bakar fosil, maka hal ini dirasakan menjadi sebuah solusi yang efektif yang saling menguntungkan dari segi pengelolaan limbah abu batubara di Kalimantan. Selain itu, potensi pengolahan limbah batubara menjadi olahan industri seperti batubata, batako ringan, dan pupuk tanaman tentunya dapat dimanfaatkan sebagai suatu bentuk home industry yang dapat dijadikan sebagai mata pencaharian penduduk disekitar PLTU.

Akan tetapi, potensi pemanfaatan abu batubara PLTU belumlah dapat diketahui sepenuhnya. Hal ini dikarenakan masih kurangnya penelitian yang dilakukan terhadap karakteristik dan kandungan kimia yang terdapat didalam abu batu bara tersebut. Padahal hal ini sangatlah penting untuk mengetahui potensi yang dimiliki abu batubara. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penelitian mengenai karakteristik abu batubara yang merupakan limbah pembakaran batubara di beberapa PLTU Kalimantan dirasa sangat perlu untuk dilakukan. Diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat memberikan rekomendasi pemanfaatan abu batubara yang tidak hanya dapat memberikan solusi bagi manajemen pengelolaan limbah abu batubara, tetapi juga dapat memberikan solusi masalah lingkungan yang ada.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Pemeriksaan Karakteristik Fisik Fly Ash

Pemeriksaan karakteristik fisik *fly ash* dilakukan di Laboratorium Struktur dan Material FT ULM. Adapun dalam pengujian karakteristik fisik *fly ash* mengasumsikan *fly ash* sebagai agregat halus. Pemeriksaan yang dilakukan seperti:

1. Analisa saringan berdasarkan SNI 03-1968-1990.
2. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan berdasarkan SNI 1969-2008.
3. Pemeriksaan kadar air berdasarkan SNI 03-1971-1990

2.2 Pemeriksaan Kandungan kimia Fly Ash

Untuk analisis kandungan kimia *fly ash* diuji berdasarkan ASTM D3682-13.

2.3 Pemeriksaan Strength Activity Index (SAI)

Untuk pemeriksaan strength activity index (SAI) berdasarkan ASTM C-618.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian karakteristik abu batubara PLTU difokuskan pada 3 (tiga) sumber PLTU terbesar di Kalimantan PLTU Embalut di Kalimantan Timur, PLTU Asam-Asam di Kalimantan Selatan dan PLTU Pisau di Kalimantan Tengah. Adapun karakteristik abu batubara yang dianalisis adalah sifat fisik dan kandungan kimia abu batubara PLTU. Dalam melakukan pengujian karakteristik abu batubara PLTU asam-asam, sampel yang diujikan adalah abu terbang batubara (*fly ash*). Gambar 1 menunjukkan sampel *fly ash* dari ketiga sumber PLTU yang disebutkan diatas.



a



b



c

Gambar 1. Sampel abu batubara a) PLTU asam-asam, b) PLTU Pulang Pisau dan c) PLTU Embalut

Secara visual, ukuran dan kehalusan butir dan ketiga jenis *fly ash* tampak tidak berbeda. Akan tetapi terlihat bahwa perbedaan warna ketiga jenis *fly ash* ini cukup signifikan. *Fly ash* dari PLTU Asam-Asam berwarna hitam, sedangkan warna dari *Fly ash* PLTU Pulang Pisau dan PLTU Embalut berwarna coklat terang dan gelap. Hal ini mungkin diakibatkan oleh jenis batubara dan sistem pembakaran yang berbeda pada ketiga PLTU tersebut.

18

Tidak semua pengujian sampel dilakukan di Laboratorium struktur dan material Program Studi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat (LSM FT ULM), dikarenakan keterbatasan alat yang dimiliki. Akan tetapi, sebagian besar pengujian karakteristik fisik abu batubara masih dapat dilakukan di lab LSM FT ULM. Adapun untuk pengujian kandungan kimia abu batubara PLTU Asam-Asam dan PLTU Pulang Pisau didapatkan dari data yang dimiliki PLTU Asam-Asam. Sedangkan untuk pengujian kandungan kimia abu batubara PLTU Embalut dilakukan di Lab Sucofindo.



3.1 Hasil Uji Karakteristik Fisik Fly Ash

Untuk mengetahui karakteristik fisik abu batubara PLTU Kalimantan, terdapat beberapa pengujian yang dilakukan di laboratorium yaitu pengujian Specific Gravity dan Water Absorption, Kadar Air dan Analisis Saringan. Semua pengujian karakteristik fisik abu batubara tersebut dilakukan di Lab LSM FT ULM.

3.1.1 Hasil Uji Specific Gravity dan Water Absorption

Hasil pengujian Specific Gravity dan Water Absorption dari sampel *fly ash* PLTU asam-asam, PLTU Pulang Pisau dan PLTU Embalut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian specific gravity dan water absorption Fly Ash PLTU Kalimantan

Jenis Pengujian	Asam-Asam	Pulang Pisau	Embalut
Apparent Specific Gravity	2.92	3.14	2.91
Bulk Specific Gravity on dry basis	2.36	2.70	2.53
Bulk Specific Gravity SSD Basic	2.55	2.84	2.66
Prosentase Water Absorption (%)	8.23	5.20	5.29

Dari hasil penelitian tersebut dapat terlihat bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara *fly ash* Asam-Asam, Pulang Pisau dan Embalut. Khususnya untuk Specific Gravity *fly ash* Asam-Asam dan Embalut data yang didapat menunjukkan hasil yang hampir sama. Khususnya untuk apparent specific gravity atau berat jenis semu yang merupakan perbandingan antara agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu 25°C. Secara umum, hasil ini sesuai dengan standar Specific Gravity material *fly ash* secara umum yaitu sekitar 1.6 – 3.1.

Adapun untuk water absorption, terlihat bahwa ketiga sampel memiliki tingkat penyerapan air yang cukup tinggi, khususnya untuk sampel *fly ash* Asam-Asam. Tentunya berdasarkan hasil ini, untuk pemanfaatan *fly ash* PLTU Kalimantan sebagai material konstruksi, khususnya material beton/mortar, perlu dipertimbangkan terkait besarnya campuran air yang direncanakan atau persiapan material yang baik. Dengan prosentase water absorption yang tinggi, pada saat pembuatan mortar/beton, *fly ash* harus dikondisikan dalam keadaan SSD sehingga air bebas untuk proses reaksi hidrolis dalam beton/mortar tidak berkurang karena terserap *fly ash*.

3.1.2 Hasil Uji Kadar Air

Hasil pengujian kadar air dari sampel *fly ash* PLTU asam-asam, PLTU Pulang Pisau dan PLTU Embalut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian kadar air Fly Ash PLTU Kalimantan

Jenis Pengujian	Asam-Asam	Pulang Pisau	Embalut
Kadar Air (%)	4	0.7	1.7

Dari hasil pengujian, dapat diketahui bahwa *fly ash* PLTU Asam-Asam memiliki kadar air yang cukup tinggi (4%) dibandingkan dengan sampel *fly ash* lain. Sedangkan untuk *fly ash* PLTU Pulang Pisau dan PLTU Embalut memiliki nilai kadar air yang rendah yaitu 0.7% dan

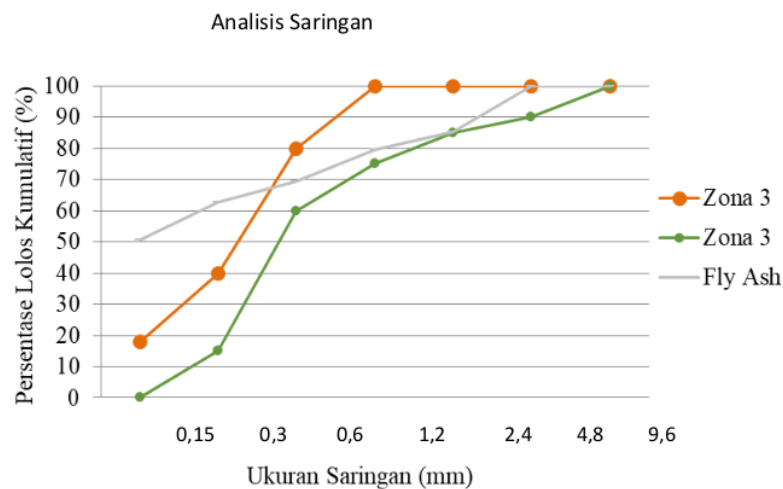


1.7%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kandungan air yang terdapat didalam *fly ash* PLTU Asam-Asam lebih tinggi dibandingkan dengan *fly ash* PLTU Pulang Pisau dan PLTU Embalut. Hal ini dapat menunjukkan bahwa saat sampel *fly ash* diambil dalam kondisi agak kering khususnya untuk sampel PLTU Pulang Pisau. Perbedaan tempat penyimpanan *fly ash* (*landfill*) pada ketiga PLTU tersebut dan lingkungan *landfill* bisa menjadi faktor yang menyebabkan perbedaan nilai kadar air yang didapat.

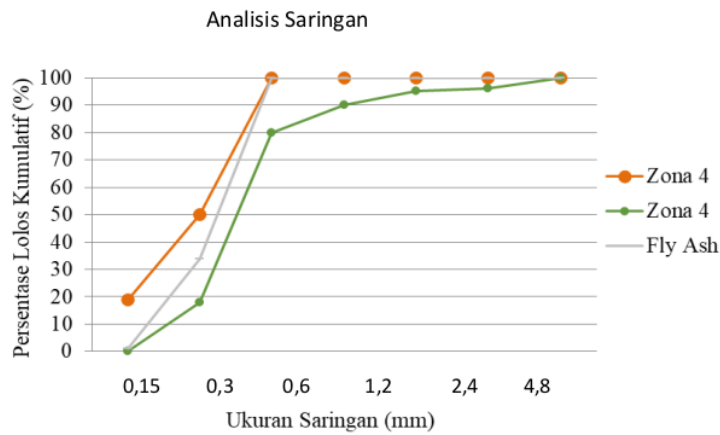
Merujuk pada hasil pengujian sebelumnya, dimana prosentase water absorption untuk sampel *fly ash* Asam-Asam cukup tinggi, maka hasil ini juga sekaligus dapat membuktikan keabsahan hasil pengujian prosentase water absorption. Dengan kondisi *fly ash* Asam-Asam yang ditempatkan pada landfill terbuka, mengakibatkan *fly ash* dapat dengan mudah menyerap air baik yang berasal dari hujan maupun air yang terkandung di udara. Dengan prosentase ²¹terabsortion yang cukup tinggi mengakibatkan semakin lama *fly ash* tertimbun di landfill maka akan semakin banyak air yang akan diserap sehingga kandungan air dalam *fly ash* tersebut akan semakin besar hingga mencapai titik jenuhnya.

3.1.3 Analisis Saringan

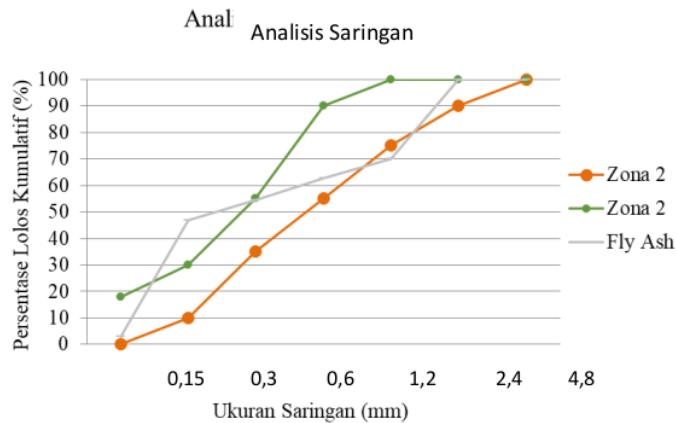
Grafik gradasi anali¹⁹ saringan dari sampel *fly ash* PLTU Asam-Asam, PLTU Pulang Pisau dan PLTU Embalut dapat dilihat pada Gambar 2, Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 2. Grafik gradasi analisis saringan fly ash PLTU Asam-Asam



Gambar 3. Grafik gradasi analisis saringan fly ash PLTU Pulang Pisau



Gambar 4. Grafik gradasi analisis saringan fly ash PLTU Embalut

Berdasarkan tabel dan gambar diatas dapat terlihat bahwa gradasi *fly ash* PLTU Asam-Asam dapat dikatakan bergradasi senjang dimana terdapat fraksi agregat yang jumlahnya sedikit sekali. Secara umum dapat pula dikatakan bahwa *fly ash* tersebut dapat dikelompokkan kedalam Agregat Halus Zona 3 (agak halus) dan untuk *fly ash* Asam-Asam, Agregat Halus Zona 4 (halus) dan untuk *fly ash* Pulang Pisau dan Agregat Halus Zona 2 (sedang) dan untuk *fly ash* Embalut.

3.2 Hasil Uji Karakteristik Kandungan Kimia Fly Ash

Adapun metode pengujian yang dilakukan adalah dengan menganalisis kandungan kimia *fly ash* PLTU Asam-Asam, Pulang Pisau dan Embalut berdasarkan ASTM D3682-13. Sama seperti pengujian pada karakteristik fisik *fly ash* PLTU Kalimantan, pada pengujian



karakteristik kandungan kimia juga akan menganalisis kandungan kimia 3 (tiga) sampel abu batubara yaitu *fly ash* PLTU Asam-Asam, *fly ash* PLTU Pulang Pisau dan *fly ash* PLTU Embalut. Hasil pengujian kandungan kimia abu batubara PLTU Kalimantan dapat dilihat pada Tabel 3, Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 3. Kandungan kimia abu batubara PLTU Asam-Asam (Sumber: Mursadin dkk, 2015)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O
21,95%	15,89%	37,28%	7,77%	5,72%	5,67%	3,40%	1,01%

Tabel 4. Kandungan kimia abu batubara PLTU Pulang Pisau (Sumber: PT. PLN, 2018)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O
40,47%	12,75%	21,25%	14,47%	6,34%	1%	0,34%	0,69%

Tabel 5. Kandungan kimia abu batubara PLTU Embalut

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O
30,80%	14,09%	16,65%	24,60%	9,25%	1,17%	0,69%	0,67%

Dari standar pengklasifikasian kelas abu batubara yang ada (Canadian Standard CSA A-23.5 dan ASTM C618), maka dapat kelas abu batubara PLTU Asam-Asam dapat diklasifikasikan ke dalam kelas abu batubara Kelas C. Hal ini mengingat kandungan SiO₂ yang kurang dari 50% seperti yang terlihat pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Klasifikasi kelas abu batubara PLTU Asam-Asam

SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	SiO ₂	SO ₃	CaO	Kelas
75.13%	21.95%	5.67%	7.77%	Kelas C

Adapun untuk *fly ash* PLTU Pulang Pisau, untuk kandungan total Silika (SiO₂), Aluminium Oksida (Al₂O₃), Besi Oksida (Fe₂O₃), berdasarkan metode ASTM C 618 diketahui memiliki kandungan total yang hampir sama dengan kandungan *fly ash* PLTU Asam-Asam. Akan tetapi dapat perbedaan yang cukup signifikan pada kandungan SiO₂ dan CaO. Terlihat bahwa kandungan silika dan kalsium oksida pada *fly ash* PLTU Pulang Pisau lebih tinggi. Maka berdasarkan kandungan kimia yang ada, *fly ash* PLTU Pulang Pisau dapat dikategorikan kedalam *fly ash* kelas C khususnya kelas CI karena memiliki kandungan CaO antara 8 dan 20%. Klasifikasian kelas abu batubara PLTU Pulang Pisau dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Klasifikasi kelas abu batubara PLTU Pulang Pisau

SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	SiO ₂	SO ₃	CaO	Kelas
74,47%	40,47%	1%	14,47%	Kelas CI



Sedangkan *fly ash* PLTU Embalut memiliki kandungan total Silika (SiO_2), Aluminium Oksida (Al_2O_3), Besi Oksida (Fe_2O_3), yang lebih rendah dari *fly ash* PLTU Asam-Asam dan Pulang Pisau. Akan tetapi, kandungan SiO_2 dan CaO *fly ash* PLTU Embalut hampir sama dengan *fly ash* PLTU Pulang Pisau. Berdasarkan kandungan kimia yang ada, *fly ash* PLTU Embalut juga dapat dikategorikan kedalam *fly ash* kelas C. Secara lebih spesifik, dikarenakan kandungan CaO nya lebih dari 20%, maka *fly ash* PLTU Embalut dapat dikategorikan sebagai *fly ash* kelas CH. Standar klasifikasi kelas abu batubara PLTU Embalut dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Klasifikasi kelas abu batubara PLTU Embalut

$\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$	SiO_2	SO_3	CaO	Kelas
61,54%	30,80%	1,17%	24,60%	Kelas CH

3.3 Hasil Uji Strength Activity Index Fly Ash

Hasil pengujian analisis Strength Activity Index (SAI) dari sampel abu batubara PLTU Asam-Asam, PLTU Pulang Pisau dan PLTU Embalut dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Strength Activity Index Abu Batubara PLTU Kalimantan

No	Sampel	Umur	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)	SAI (%)
1	Kontrol	7 Hari	8,88	-
2	Fly Ash Asam-Asam	7 Hari	10,30	116
3	Fly Ash Pulang Pisau	7 Hari	5,08	57
4	Fly Ash Embalut	7 Hari	5,99	67

Dari Tabel 12 terlihat bahwa nilai SAI sampel mortar dengan *fly ash* Asam-Asam memiliki nilai kekuatan yang melebihi sampel Kontrol. Hasil ini menunjukkan bahwa *fly ash* Asam-Asam dapat digunakan sebagai bahan pengganti semen khususnya untuk aplikasi mortar. Adapun untuk sampel *fly ash* Pulang Pisau dan Embalut tidak dapat digunakan karena nilai $\text{SAI} \leq 75\%$ yang merupakan syarat minimum sesuai ASTM C 681. Dari hasil ini, dapat direkomendasikan bahwa *fly ash* Asam-Asam dapat digunakan sebagai bahan pengganti semen, sedangkan *fly ash* Pulang Pisau dan Embalut dapat digunakan sebagai bahan filler. Untuk pembuktian lebih lanjut, analisis dengan alat SEM-EDS tentu dapat dilakukan. Sebagai tambahan, umur sampel juga dapat ditambahkan hingga 28 hari untuk mengetahui pengaruh *fly ash* pada waktu perawatan yang lebih lama.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa berdasarkan kandungannya, ketiga sampel *fly ash* PLTU Kalimantan dapat dikategorikan sebagai *fly ash* kelas C. Adapun pengujian analisis Strength Activity Index (SAI) menunjukkan bahwa hanya sampel *fly ash* PLTU Asam-Asam yang memiliki nilai $\text{SAI} > 75\%$. Untuk pemanfaatan, dapat direkomendasikan bahwa *fly ash* Asam-Asam dapat digunakan sebagai bahan pengganti semen, sedangkan *fly ash* Pulang Pisau dan Embalut dapat digunakan sebagai bahan filler.



DAFTAR RUJUKAN

- American Standard Testing and Material C-618. 2005. Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw of Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete, West Conshohocken.
- Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan. 2018. Statistik Ketenagalistrikan.
- Mulyono, T. 2003. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi.
- Mursadin, A., I. Prasetya, & Riswan. 2015. Karakteristik Abu Batubara PLTU Asam-asam sebagai Material Konstruksi. Banjarbaru: Universitas Lambung Mangkurat.
- PLTU Asam-Asam. 2018. Klasifikasi Kelas, Rencana Program, dan Rencana Biaya Pengelolaan Fly Ash dan Bottom Ash. Tanah Laut.
- PP No. 104 tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.
- Prasetya, I., Ma'ruf, & Riswan. 2016. Potensi Pemanfaatan Limbah Abu Batubara Sebagai Bahan Konstruksi di Daerah Rawa. *Jurnal Teknologi Berkelanjutan (Sustainable Technology Journal)*, 5(2): 71–78.
- Yanuar, K., & Umar. 2015. Pemanfaatan Limbah Abu Terbang Pltu Asam – Asam Sebagai Pengganti Sebagian Semen Untuk Efisiensi Biaya. *INTEKNA*, 13(2): 104–108.

33. Turnitin-KAJIAN ABU BATUBARA PLTU DI KALIMANTAN SEBAGAI MATERIAL KONSTRUKSI

ORIGINALITY REPORT

14%

SIMILARITY INDEX

14%

INTERNET SOURCES

5%

PUBLICATIONS

3%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repository.unhas.ac.id Internet Source	1%
2	eprints.ums.ac.id Internet Source	1%
3	www.atelier-harmsen.de Internet Source	1%
4	citeseerx.ist.psu.edu Internet Source	1%
5	ejournal.unib.ac.id Internet Source	1%
6	adoc.pub Internet Source	1%
7	repository.ub.ac.id Internet Source	1%
8	e-journal.upr.ac.id Internet Source	1%
9	digilib.unila.ac.id Internet Source	1%

10	Submitted to iGroup Student Paper	1 %
11	positori.usu.ac.id Internet Source	1 %
12	e-journals.unmul.ac.id Internet Source	<1 %
13	www.kilat.com Internet Source	<1 %
14	publication.petra.ac.id Internet Source	<1 %
15	dielektrika.unram.ac.id Internet Source	<1 %
16	repository.usu.ac.id Internet Source	<1 %
17	www.sporbilim.com Internet Source	<1 %
18	download.garuda.kemdikbud.go.id Internet Source	<1 %
19	download.garuda.ristekdikti.go.id Internet Source	<1 %
20	adikcutes.fotopages.com Internet Source	<1 %
21	alam-medan.blogspot.com Internet Source	<1 %

22	journal.uinjkt.ac.id Internet Source	<1 %
23	jurnalmahasiswa.unesa.ac.id Internet Source	<1 %
24	ar.scribd.com Internet Source	<1 %
25	ejournal.kemenperin.go.id Internet Source	<1 %
26	ejournal3.undip.ac.id Internet Source	<1 %
27	es.slideshare.net Internet Source	<1 %
28	josbrouwers.bwk.tue.nl Internet Source	<1 %
29	repository.upi.edu Internet Source	<1 %
30	wandeskanea.wordpress.com Internet Source	<1 %
31	www.scriptiebank.be Internet Source	<1 %

Exclude quotes Off
Exclude bibliography On

Exclude matches Off