

CIPTAKAN RUMAH RAMAH LINGKUNGAN DENGAN MATERIAL DINDING LIMBAH *FLY ASH* DAN *BOTTOM ASH* (FABA)

Vira Ansari^{1*} dan Eddy Prianto¹

¹ Departemen Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jalan Prof. Sudarto, S.H. Tembalang Semarang Kode Pos 50275

*Email: ansarivira@gmail.com

Abstrak

Fly ash dan bottom ash (FABA) merupakan limbah B3 yang merupakan limbah yang dihasilkan oleh PLTU dengan memanfaatkan batu bara sebagai bahan bakar yang menghasilkan sumber energi. Pemanfaatan fly ash dan bottom ash (FABA) masih sangat minim dimana hal ini mengakibatkan timbulnya penumpukan hasil limbah batu bara yang berdampak pada pencemaran lingkungan dan kesehatan. Berdasarkan alasan tersebut maka perlu ada nya pemanfaatan limbah batu bara FABA dalam menyelenggarakan pelestarian lingkungan hidup yaitu dengan mengolah FABA menjadi salah satu material konstruksi seperti paving block dan semen dan pemanfaatan FABA untuk material pembuatan rumah yaitu batako agar dapat menciptakan lingkungan yang nyaman bagi pengguna. Kajian prapengukuran lapangan terhadap material dinding atau studi berbagai referensi menjadi langkah yang kami tempuh pada kesempatan ini. Hasilnya menunjukkan bahwa pengelolaan limbah FABA yang tepat menjadi alternatif terciptanya Rumah Ramah Lingkungan

Kata kunci: *Bottom ash, Fly ash, Ramah Lingkungan, Lemanfaatan limbah, FABA*

1. PENDAHULUAN

Pemerintah Indonesia telah menetapkan Rencana Umum Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) periode 2017 - 2026, dengan dominasi penggunaan batubara sebagai sumber energi utama pembangkit listrik sebesar 53%. Penyediaan listrik menggunakan batubara selain menghasilkan emisi limbah, juga menghasilkan *Fly ash* dan *Bottom ash* (FABA) yang umumnya disebut produk pembakaran batubara (Coal Combustion Products (CCPs)). Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 (PP 101) tentang Pengelolaan Limbah B3.



Gambar 1. (atas) Visualisasi *Fly Ash* dan *Bottom Ash* (C. Tsakalou, 2017) , (bawah) pengelolaan limbah (Niagareadimix, 2004) (LELEMUKU, 2021)

Oleh karena itu limbah batubara diklasifikasikan menjadi dua golongan limbah menurut PP 22 tahun 2021 yaitu limbah B3 dan limbah Non B3, limbah B3 adalah sisa kegiatan yang mengandung bahan berbahaya atau beracun karena sifat dan konsentrasi / jumlahnya baik itu secara langsung ataupun tidak langsung dapat mencemari atau merusak lingkungan hidup, kesehatan, dan membahayakan kelangsungan hidup makhluk lainnya, limbah B3 yang dihasilkan batubara dari kegiatan industri dengan menggunakan teknologi stoker atau tungku pembakaran dan digunakan untuk menghasilkan steam dengan temperatur rendah (dibawah 600°C) dengan pembakaran sempurna ini termasuk golongan limbah B3 dengan kode limbah Fly Ash (B409) dan bottom ash (B410). Limbah nonB3 adalah suatu usaha atau kegiatan yang berupa sisa skrap, atau reja yang tidak termasuk dalam klasifikasi atau kategori limbah bahan berbahaya dan beracun. Limbah nonB3 biasanya digunakan sebagai bahan baku atau bahan penolong yang diperlukan untuk kebutuhan proses produksi industri, limbah nonB3 yang dihasilkan oleh pembakaran batubara dari kegiatan PLTU dengan PC, CFB, dan Chain Grat Shocker digunakan untuk menghasilkan listrik dengan temperatur tinggi (diatas 800°C) untuk menjaga efisiensi pembakaran dengan menggunakan batubara dengan kalori tinggi, pembakaran sempurna tidak menunjukkan karakteristik limbah B3 dengan kode limbah nonB3 *fly ash* (N106) dan *bottom ash* (N107) (Tengku Syahilla & Malik, 2019).

Fly Ash (B409) dan *bottom ash* (B410) FABA dikategorikan sebagai limbah yang mengandung bahan berbahaya, sehingga diperlukan peraturan dan izin pengelolaannya untuk mengurangi dampak lingkungan. Sementara Indonesia saat ini sedang meningkatkan pembangunan infrastruktur. Pembangunan jalan dan perumahan membutuhkan material yang dapat digantikan oleh FABA. Namun berdasarkan hasil penelitian BPPT di PLN , bahwa *fly ash* yang dihasilkan dari pembangkit listrik tersebut belum dimanfaatkan secara maksimal oleh industri semen, sehingga limbahnya menumpuk dan dapat berdampak bagi lingkungan sekitar. Hal ini berbeda dengan kondisi di beberapa negara lain yang menerapkan regulasi berbeda dalam pengelolaan FABA, sehingga negaranya dapat menggunakan FABA mencapai 97%. *Fly ash* telah berhasil digunakan dalam industri konstruksi sejak lebih dari 50 tahun tetapi penerapannya masih terbatas karena kurangnya pemahaman tentang karakteristik *fly ash* itu sendiri dan sifat-sifat beton yang mengandung *fly ash* (Ageng & Nugroho, 2017). Hal ini juga dikatakan oleh Nath dkk : With right process you can turn it into a useful product Waste is a resource, but in the wrong place The Changing Mindset (S. K. Nath, 2015)

2. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan menggunakan beberapa tahapan, yaitu diawali dengan tahapan persiapan berupa studi literatur dengan berbagai hasil penelitian sebagai acuan dengan tidak mengurangi kreativitas serta kebebasan dalam melakukan penelitian. Kemudian langkah kedua yaitu melakukan survei lapangan guna mengetahui limbah FABA pada PLTU sehingga penulis mendapatkan gambaran yang lebih jelas tentang pemanfaatan terkait limbah batu bara dalam rumusan masalah nantinya. Pelaksaaan penelitian terdiri dari beberapa kegiatan diantaranya merumuskan masalah, pengambilan data – data baik data primer maupun data sekunder, lalu peneliti melakukan percobaan penelitian pada limbah FABA tersebut, dan ada evaluasi serta hasil dari percobaan yang dilakukan sampai dengan integrasi keseluruhan data termasuk hasil dari analisa penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

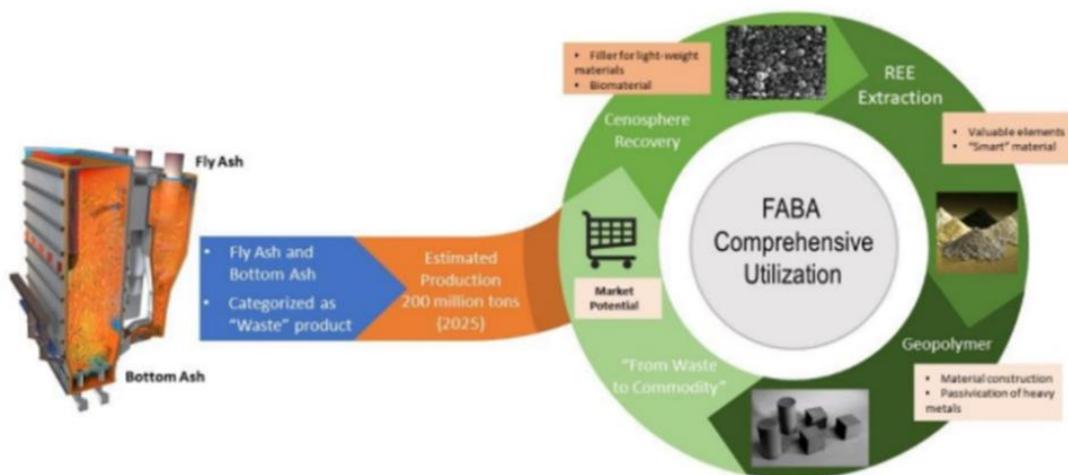
Pemanfaatan *Fly Ash* (B409) dan *bottom ash* (B410) (FABA) limbah B3. Bila ini di produksi atau diedarkan wajib memenuhi standar SNI atau standar dari ESDM.

Tabel 1. Pemanfaatan *Fly Ash* dan *Bottom Ash*

Jenis Pemanfaatan	Fly Ash	Bottom Ash
Substansi bahan baku untuk material infrastruktur	1. Substansi agregat dalam pembuatan batako, <i>paving block</i> dan genting 2. Campuran dalam pembuatan beton siap pakai	1. Substansi agregat dalam pembuatan batako, <i>paving</i> 2. Pemanfaatan sebagai sub-based jalan

	3. Pemanfaatan sebagai <i>subassed</i> jalan	
	4. <i>Filler Asphalt</i>	
Bahan baku untuk area tambang	Lapisan tudung untuk menetralsir air asam tambang	--
Substitusi bahan baku untuk industri semen	1. Substitusi material dalam produksi semen dan <i>cement clinkers</i>	<i>Bottom ash</i> sebagai substitusi material dalam pabrik semen memerlukan tambahan perlakuan yaitu harus dilakukan penghalusan (<i>grinding</i>) terlebih dahulu
	2. Kegiatan <i>batching plant</i> untuk menghasilkan produk beton siap pakai	

Fly ash merupakan sisa pembakaran batubara yang dihasilkan oleh pabrik dan PLTU. *Fly ash* merupakan material yang memiliki ukuran $> 0,074\text{mm}$ yang menyerupai bubuk halus, *fly ash* ini dapat dihasilkan dengan kemungkinan keberhasilan sebesar 10 – 20% yang memiliki massa jenis sebesar 1.600 kg/m^3 . *Fly ash* merupakan material dengan sifat fisis pozzolanik. Kandungan *fly ash* sebagian besar terdiri dari oksida-oksida silika (SiO_2), aluminium (Al_2O_3), besi (Fe_2O_3), dan kalsium (CaO), serta potasium, sodium, titanium, dan sulfur dalam jumlah sedikit (Antoni & Nugraha, 2007).



Gambar 2 : berbagai alternatif hasil pengolahan limbah FABA (Patria, 2019-2021)

Fly ash dibagi menjadi dua kelas yaitu *fly ash* kelas F batubara merupakan *fly ash* yang diproduksi dari pembakaran batubara anthracite atau bituminous, mempunyai sifat pozzolanic dan untuk mendapatkan sifat cementitious harus diberi penambahan *quick lime*, *hydrated lime*, atau semen. *Fly ash* kelas F ini kadar kapurnya rendah ($\text{CaO} < 10\%$) sedangkan satu lagi yaitu kelas C dimana *fly ash* ini diproduksi dari pembakaran batubara lignite atau sub-bituminous selain mempunyai sifat pozzolanic juga mempunyai sifat *self-cementing* (kemampuan untuk mengeras dan menambah *strength* apabila bereaksi dengan air) dan sifat ini timbul tanpa penambahan kapur. Biasanya mengandung kapur (CaO) $> 20\%$ (Wardani, 2008).

Ketika mengolah limbah batubara *bottom ash* dapat dihasilkan dengan kemungkinan keberhasilan sebesar 80 – 90%, *bottom ash* (BA) adalah bahan limbah yang dihasilkan dari pembakaran batu bara, *bottom ash* memiliki sifat fisis (berpori) memiliki massa jenis sebesar 2.230 kg/m^3 , serta ukuran partikel nya $0,5 - 2\text{ mm}$. Gambaran penampilan fisik *bottom ash* menyerupai pasir dengan gradasi pasir yang halus dan besar, butiran *bottom ash* membuat para peneliti tertarik menggunakannya sebagai bahan pengganti dalam produksi beton (Singh & Siddique, 2016). Bahan

campuran beton dengan menggunakan *bottom ash* sebagai bahan pengganti agregat halus menghasilkan beton dengan kekuatan tekanan dan ketahanan yang lebih rendah dibandingkan dengan campuran tanpa *bottom ash*. Ini berkaitan erat dengan kuat tekanan beton dimana semakin tinggi kuat tekanan maka semakin tinggi pula tekanan abstrasis nya.

Analisa material ini dilakukan pada material *fly ash* dan *bottom ash*. Hal ini bertujuan untuk mengetahui penggolongan tipe *fly ash* yang digunakan dan juga kandungan oksida *bottom ash*. Hasil XFR *fly ash* dan *bottom ash* dapat dilihat pada tabel 2 dan tabel 3 dibawah ini (Kevin Klarens, 2018).

Tabel 2. Perbandingan Berat Komposisi Oksida Fly Ash

FA	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO
%	34,29	16,62	15,38	0,73	18,18	7,52
	K₂O	Na₂O	SO₃	MnO₂	P₂O₅	LOI
	1,35	2,97	1,63	0,17	0,25	0,36

Tabel 3. Perbandingan Berat Komposisi Oksida Bottom Ash

BA	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO
%	34,29	10,02	18,41	0,65	21,16	9,70
	K₂O	Na₂O	SO₃	MnO₂	P₂O₅	LOI
	0,90	0,24	0,66	0,22	0,25	0,54

Berdasarkan tabel diatas diketahui bahwa *fly ash* yang dihasilkan merupakan *fly ash* tipe C dengan kandungan CaO diatas 10%.

Menurut Nath dkk , dalam paparannya berjudul “Fly ash: Looking beyond the conventional use”, dikatakan bahwa 72% FABA digunakan pada sektor Seman dan Material bangunan (S. K. Nath, 2015). FABA dapat digunakan untuk pembuatan substitusi bahan baku bangunan seperti batu bata, semen dan juga batako dimana FABA memiliki sifat / fungsi yang sama dengan bahan baku yang disubstitusikan, namun FABA memiliki kelebihan yaitu memiliki daya tekan sebesar 30 – 40% lebih kuat dibandingkan batu bata (Hendro Suseno, 2012). Selain itu batu bata dengan material FABA dikatakan ramah lingkungan karena mengurangi polusi dan juga pembuatannya jauh lebih murah 20% dibandingkan dengan pembuatan batu bata menggunakan tanah liat. FABA memiliki kelenturan lebih baik 5% dibandingkan dengan batu bata dengan tanah liat (Sivakumar & Kameshwari, 2015).



Gambar 3 : Sektor properti dan bahan semen menjadi peluang potensial dalam penegeloan FABA (S. K. Nath, 2015), (Nonie, 2019)

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. *Bottom ash* dan *fly ash* dapat digunakan sebagai pengganti tanah liat dalam pembuatan batu bata dengan memiliki daya tekan lebih besar 30 – 40% lebih kuat dan memiliki kelenturan lebih baik 5%.
2. *Bottom ash* dan *fly ash* memiliki sifat / fungsi yang sama dengan bahan baku yang disubstitusikan serta memiliki komposisi < 100% total bahan baku.
3. Pemanfaatan limbah B3 masih perlu dipertimbangkan dengan cukup teliti mengingat di kategorikan sebagai bahan berbahaya dan beracun, pemanfaatan ini akan dapat dilakukan terutama bila FABA dipakai sebagai material konstruksi atau bahan bangunan.
4. Dengan pemanfaatan FABA sebagai material konstruksi atau bahan bangunan, diharapkan dapat mengurangi limbah batubara karena selayaknya permasalahan lingkungan yang diakibatkan oleh kegiatan manusia adalah menjadi tanggung jawab seluruh manusia.
5. Seberapa kinerja termal dinding dengan material FABA dibanding dengan dinding bermaterial batubara tanah liat, akan menjadi penelitian lanjut dari studi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ageng, R. M., & Nugroho, D. (2017). PEMANFAATAN LIMBAH PEMBAKARAN BATUBARA (BOTTOM ASH) PADA PLTU SURALAYA SEBAGAI MEDIA TANAM DALAM UPAYA MENGURANGI PENCEMARAN LINGKUNGAN. *Jurnal Kajian Ilmu dan Teknologi*, 81-162.
- Antoni, & Nugraha. (2007). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: C.V.Andi Offset.
- C. Tsakalou, P. T. (2017). CHARACTERIZATION AND LEACHABILITY EVALUATION OF FLY AND BOTTOM ASHES GENERATED DURING INCINERATION OF MEDICAL WASTES. *Conference: 5th International Conference on Sustainable Solid Waste Management*, -.
- Hendro Suseno, P. (2012). Pengaruh Penggunaan Bottom Ash Sebagai Pengganti Tanah Liat Pada Campuran Batu Bata Terhadap Kuat Tekan Bata. *JURNAL REKAYASA SIPIL*, 272-281.
- Kevin Klarens, M. I. (2018). PEMANFAATAN BOTTOM ASH DAN FLY ASH TIPE C SEBAGAI BAHAN PENGGANTI DALAM PEMBUATAN PAVING BLOCK. *Jurnal Teknik Sipil*, 1-8.
- LELEMUKU. (2021, maret 16). *Fly Ash dan Bottom Ash (FABA) Hasil Pembakaran Batubara Wajib Dikelola*. Diambil kembali dari lelemuku.com: <https://www.lelemuku.com/2021/03/fly-ash-dan-bottom-ash-faba-hasil.html>
- Niagareadimix. (2004, Januari 1). *Fly ash*. Diambil kembali dari Pengertian Material Fly Ash dan Non Fly Ash Pada Beton: <http://www.flyashonline.com>
- Nonie. (2019, Juli 12). *Fly Ash Bottom Ash Jadi Produk Industri*. Diambil kembali dari Teknologi: <https://petrominer.com/fly-ash-bottom-ash-jadi-produk-industri/>
- Patria, A. A. (2019-2021, Juli 22). *Kerjasama Penelitian untuk Pemanfaatan Fly Ash Dan Bottom Ash di UPTE, PT. Bukit Asam*. Diambil kembali dari Topik Penelitian FT Pusat Kajian Sumber Daya Bumi Non-Komersial: <https://ugrg.ft.ugm.ac.id/topik-penelitian/kerjasama-penelitian-untuk-pemanfaatan-fly-ash-dan-bottom-ash-di-upte-pt-bukit-asam/>
- S. K. Nath, T. C. (2015, -). *CSIR-National Metallurgical Laboratory, Jamshedpur*. Diambil kembali dari Fly ash: Looking beyond the conventional use: <https://slideplayer.com/slide/4897721/16/images/1/Fly+ash%3A+Looking+beyond+the+conventional+use.jpg>
- Singh, M., & Siddique, R. (2016). Effect of coal bottom ash as partial replacement of sand on workability and strength properties of concrete. *Journal of Cleaner Production*, 620-630.
- Sivakumar, & Kameshwari. (2015). Influence of Fly Ash, Bottom Ash, and Light Expanded Clay Aggregate on Concrete. *Advances in Materials Science and Engineering*, 1-9.
- Tengku Syahilla, Y. A., & Malik, A. (2019). KAJIAN PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH FABA (FLY ASH DAN BOTTOM ASH) PADA KONSTRUKSI LAPISAN BASE PERKERASAN JALAN. *Jurnal Teknik*, 112-119.
- Wardani, S. P. (2008). PEMANFAATAN LIMBAH BATUBARA (FLY ASH) UNTUK STABILISASI TANAH MAUPUN KEPERLUAN TEKNIK SIPIL LAINNYA DALAM MENGURANGI PENCEMARAN LINGKUNGAN. 1-22.

