

Pengaruh Penambahan Abu Batubara Pltu Pulang Pisau terhadap Kuat Tekan Batako

Nuansa Mare Apui Ganang^{*1}, Yossa Yonathan Hutajulu², Yunida Iashania³, Prayoga Betrio L⁴

^{1,2,3,4}Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya, Indonesia
Email: ¹Nuansamare@mining.ac.id, ²Yossayonathan@mining.upr.ac.id,
³yunida.iashania@mining.upr.ac.id, ⁴Prayoga877gmsil.com@gmail.com

Abstrak

Abu batubara hasil pembakaran pembangkit listrik tenaga uap terdiri atas *fly ash* dan *bottom ash*, keduanya merupakan limbah. Penyimpanan limbah memerlukan tempat khusus, tempat penyimpanan akan penuh apabila tidak dilakukan tindakan pengurangan jumlah limbah yang disimpan. Salah satu cara memanfaatkan limbah ini adalah dengan menambahkan limbah pada produk batako. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh abu batubara terhadap kuat tekan batako. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif, Batako diuji menggunakan alat kuat tekan digital. Hasil pengujian kuat tekan batako digunakan untuk melihat seberapa besar pengaruh penambahan abu batubara dengan komposisi tertentu. Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan bahwa untuk komposisi awal semen 500 ml didapatkan penambahan kekuatan batako sebesar 55,96% saat diberikan penambahan *fly ash* 400 ml. Pada pencampuran *bottom ash* didapatkan bahwa terjadi penurunan kekuatan batako hingga 42,38% dengan perbandingan pasir dan *bottom ash* 1:1. Penambahan *fly ash* dapat meningkatkan nilai kuat tekan maksimal batako sehingga limbah dapat dimanfaatkan dan akan mengurangi keperluan untuk penyimpanan limbah hasil pembakaran.

Kata kunci: Abu Batubara, Batako, Kuat Tekan

Abstract

Coal ash resulting from combustion of steam power plants consists of fly ash and bottom ash, both of which are waste. Waste storage requires a special place, the storage area will be full if action is not taken to reduce the amount of waste stored. One way to utilize this waste is by adding waste to brick products. This research was conducted to determine the effect of coal ash on the compressive strength of bricks. The method used in this research is a quantitative method, bricks are tested using a digital compressive strength tool. The results of testing the compressive strength of bricks are used to see how big the effect of adding coal ash with a certain composition is. Based on the research results, it was found that for the initial cement composition of 500 ml, an increase in brick strength was obtained by 55.96% when 400 ml of fly ash was added. When mixing bottom ash, it was found that there was a reduction in brick strength of up to 42.38% with a sand and bottom ash ratio of 1:1. The addition of fly ash can increase the maximum compressive strength value of the bricks so that the waste can be utilized and will reduce the need for storing waste.

Keywords: Brick, Coal Ash, Compressive Strength

1. PENDAHULUAN

Penggunaan batubara sebagai bahan baku untuk pembangkit listrik merupakan salah satu praktek yang dilakukan di Indonesia saat ini. Pembangkit listrik yang menggunakan batubara merupakan pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). Kemudahan untuk mendapatkan batubara serta besarnya hasil penambangan setiap tahun menjadikan PLTU salah satu opsi yang lebih realistis untuk dilakukan saat ini. Batubara yang digunakan kemudian di inisiasi hingga terbakar dan hasil pembakaran ini berupa abu terbang (*fly ash*) dan abu dasar yang terendapkan (*bottom ash*). *Fly ash* dan *bottom ash* disebut juga faba. Faba berupa zat padat hasil pembakaran batubara yang dihasilkan oleh PLTU. (Sujita et al, 2023). Bottom ash biasanya menempel pada dinding atau bawah tungku pembakaran (Dewi et al, 2021). Fly ash ditangkap menggunakan alat filtrasi partikel sebelum gas pembuangan menuju cerobong asap (Adhitia & Pertiwi, 2020)

Limbah hasil pembakaran batubara biasanya akan disimpan dalam area penumpukan, Penumpukan ini dapat menyebabkan masalah bagi lingkungan (Pangaribuan et al, 2021). Semakin besar kapasitas pembangkit listrik maka semakin besar pula keperluan untuk bahan bakar batubara yang dibakar. Engineer dituntut agar dapat membuat inovasi baru dan menjaga lingkungan. Pemanfaatan limbah ini dapat dilakukan untuk bahan baku konstruksi seperti bahan bangunan, pengganti semen dan lain-lain. Agar dapat memberikan rasa aman, dalam penggunaannya abu batubara dimanfaatkan sebagai material komposit padat dengan membuat batako atau beton (Prasetia et al, 2016).

Batako merupakan produk bangunan yang merupakan bata dan terbuat dari pencampuran semen, air, pasir dan ada yang ditambahkan bahan lain (*fly ash*, *silica fume* dan *slug*) sebagai bahan campurannya. (Akbar et al, 2022). Fly ash berbutir halus, bulat, tidak ada pori dan pozzolan (Samawi, et al, 2024). *Fly ash* memiliki ukuran partikel sangat halus dan berfungsi untuk pengikat agregat dan pengisi rongga sehingga cocok digunakan untuk campuran beton dan batako (Mashuri et al, 2012). Penambahan *fly ash* akan mempengaruhi besar kecilnya penyerapan air pada batako. (Setiawan et al, 2017). Pada pembuatan batako, sifat perekat *fly ash* muncul ketika air bereaksi dengan pozzolan dan kalsium hidroksida sehingga terbentuk kalsium silikat hidrat. (kamali et al, 2018). Salah satu parameter kualitas batako adalah nilai kuat tekan batako. Hasil kuat tekan batako akan dipengaruhi komposisi campuran, ukuran serta bentuk, lama pembebanan, dan kondisi lingkungan (Waisnhawa et al, 2023).

Pada penelitian lain, ditemukan bahwa penggunaan fly ash yang paling baik pada komposisi 10%-30% (Pangestuti, 2011), meski ada penelitian yang pada penelitian mengenai pengaruh bottom ash ditemukan bahwa penggantian material pasir dengan material bottom ash akan menurunkan nilai kuat tekan beton (Adinyamas et al, 2022). Penurunan juga ditemukan pada beton dengan campuran bottom ash dengan perawatan menggunakan air tawar (Fitra, 2023). Penelitian ini akan mengamati pengaruh dari pemberian abu batubara sebagai bahan tambahan maupun bahan pengganti khususnya pada batako yang merupakan produk yang digunakan untuk bangunan.

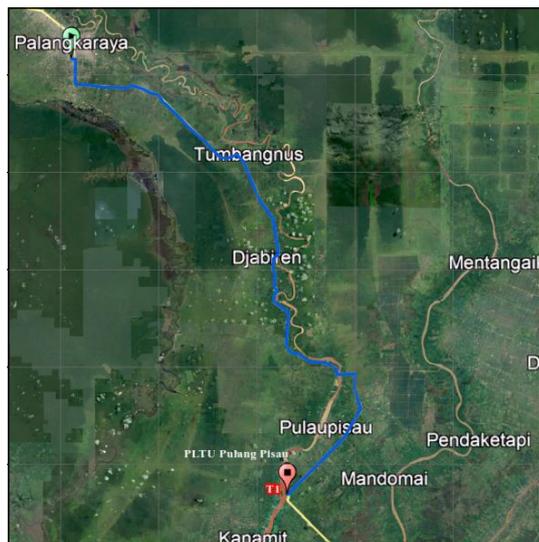
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan abu batubara pada komposisi batako dengan menggunakan nilai kuat tekan maksimal yang dapat ditahan oleh batako hasil pencampuran sebagai acuannya.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif, data yang digunakan merupakan data dari hasil laboratorium serta data langsung dilapangan. Pada penelitian ini, dilakukan beberapa tahapan. Tahapan yang pertama adalah persiapan. Pada tahap ini dilakukan studi literatur terlebih dahulu. Setelah itu dilakukan pengumpulan data. Pada tahap ini dilakukan pengambilan sampel abu batubara dari PLTU Pulang Pisau dengan melakukan pengambilan langsung *fly ash* hasil pembakaran pada silo menggunakan karung menyimpan sampel serta *bottom ash* dari tempat penyimpanan akhir abu batubara, kemudian dilakukan pembuatan batako berdasarkan komposisi yang telah ditentukan serta dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2, batako kemudian ditempatkan di tempat pengeringan agar terhindar dari pengaruh air dan dapat mengering dengan sepenuhnya sesuai dengan suhu dan kelembaban kota Palangka Raya saat pengeringan, setelah itu batako diuji menggunakan alat kuat tekan beton digital dengan kapasitas 2000 kN untuk mengetahui pengaruh dari penambahan abu batubara dengan umur 15 hari terhadap nilai kuat tekan maksimal yang dapat ditahan batako sebelum batako pecah atau mengalami retak. Batako yang diuji berada dalam posisi berdiri untuk mensimulasikan tekanan pada posisi ketika digunakan. Pada tahapan ini data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder. Data primer berupa data hasil kuat tekan batako serta komposisi batako yang digunakan, sedangkan data sekunder berupa data kesampaian daerah serta komposisi dari abu batubara dari hasil lab.

Pada tahap terakhir, dilakukan pengolahan data serta penarikan kesimpulan. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan aplikasi pengolahan data untuk membantu menarik kesimpulan dari hasil pengujian kuat tekan batako yang telah dikeringkan terlebih dahulu.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan abu batubara hasil pembakaran berupa *fly ash* dan *bottom ash* yang berasal dari PLTU Pulang Pisau. Kesampaian daerah menuju PLTU Pulang Pisau dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kesampaian Daerah

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan batako dalam penelitian ini menggunakan komposisi yang berbeda-beda, akan tetapi memiliki penambahan yang konsisten. Pengolahan dilakukan pada hari yang sama serta menggunakan material yang sama untuk mengurangi faktor ketidakpastian dalam penggunaan material.



Gambar 2. Material *fly ash*



Gambar 3. Material *Bottom Ash*

Semen yang digunakan memiliki merk dagang "tiga roda" yang merupakan semen portland yang tersedia dipasaran sekitar area penelitian. Material pasir menggunakan pasir yang berasal dari tambang

pasir yang dijual bebas dan merupakan pasir yang digunakan oleh masyarakat sekitar untuk membuat batako.



Gambar 4. Batako hasil pencampuran dengan abu batubara

Abu batubara yang digunakan merupakan abu batubara yang berasal dari pembakaran batubara dengan kelas C. Abu batubara ini memiliki warna cenderung coklat (Gambar 2 dan Gambar 3). Pencampuran abu batubara sebagai bahan pengganti pada komposisi batako berlubang dilakukan dengan perbandingan komposisi yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Material Pada Batako Press Pengujian (*Fly ash*)

Kode	Komposisi				Beban Max (Kn)	Selisih Beban Max
	Semen (ml)	Abu Batubara (Fly Ash) (ml)	Air (ml)	Pasir (ml)		
D.I		0			30,2	0,00%
D.II		50			30,6	1,32%
D.III		100			26,3	-12,91%
D.IV		150			25,2	-16,56%
D.V	500	200	1000	8000	28,4	-5,96%
D.VI		250			34,6	14,57%
D.VII		300			33,0	9,27%
D.VIII		350			33,3	10,26%
D.IX		400			47,1	55,96%
D.X		450			45,5	50,66%

Penambahan material abu batubara dilakukan dengan jumlah volume yang berbeda dan semakin meningkat dari 0 ml hingga 450 ml. Dari hasil pengujian, didapatkan bahwa pada penambahan *fly ash* antara 50-200 ml tidak terjadi penambahan kekuatan dan dari hasil pengujian terjadi penurunan kekuatan dari -12,91% pada penambahan 100 ml hingga -16,56% pada 150 ml. Penurunan ini dapat terjadi karena faktor pencampuran kurang merata hingga menyebabkan bahan tidak tercampur dengan baik, ditambah karena bahan campuran cenderung tidak terlalu berpengaruh langsung. Sedangkan pada penambahan *fly ash* diatas 250 ml menunjukkan peningkatan nilai beban maksimum yang dapat ditahan hingga mencapai 55,96% lebih tinggi pada pencampuran 400 ml dan 50,66% pada batako dengan penambahan 450 ml material *fly ash*. Penambahan ini juga memiliki dampak pada warna batako, semakin banyak material *fly ash* yang digunakan maka warna batako berubah menjadi lebih kecoklatan. Selain itu, pada campuran 450 ml dan 400 ml terdapat lebih banyak material yang tidak terpakai karena mesin pencetak batako memiliki batasan jumlah material yang dapat dimasukkan sehingga faktor pengadukan yang baik akan menentukan secara tidak langsung untuk nilai kuat tekan maksimal yang dapat ditahan oleh batako. Hasil penelitian ini menunjukkan perbedaan pada beberapa hasil penelitian lain yang menyatakan bahwa campuran terbaik adalah 10%-30% merupakan *fly ash* sedangkan pada penelitian dengan semen awal 500 ml, persentase *fly ash* diatas 33,33% hingga 47,36% merupakan campuran yang lebih baik

dibandingkan 10-30%. Pada campuran diatas 250 ml menunjukkan peningkatan yang signifikan untuk nilai kuat tekan batako, hal ini menunjukkan bahwa pencampuran dengan *fly ash* dapat menjadi solusi untuk mengurangi penumpukan limbah hasil pembakaran batubara serta mengurangi penggunaan material semen untuk dapat meningkatkan nilai kuat tekan batako.

Material selanjutnya yang digunakan untuk menambah campuran komposisi batako adalah material *bottom ash*. *bottom ash* yang digunakan merupakan produk yang berasal dari sisa pembakaran batubara yang sama dengan *fly ash*. *Bottom ash* pada penelitian ini digunakan sebagai pengganti dari pasir. Komposisi campuran batako dengan *bottom ash* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Material Pada Batako Press Pengujian (*Bottom Ash*)

Kode	Komposisi			Beban Max (Kn)	Selisih Beban Max	
	Semen (ml)	Abu batubara (<i>Bottom Ash</i>) (ml)	Air (ml)			
D.I		0		8000	30,2	0,00%
C.I		1000		7000	25,2	-16,56%
C.II	500	2000	1000	6000	20,5	-32,12%
C.III		3000		5000	19,0	-37,09%
C.IV		4000		4000	17,4	-42,38%

Hasil pengujian dengan kode D.I merupakan data yang sama dengan data yang digunakan pada Tabel 1, karena data ini merupakan tolak ukur dari kedua jenis campuran yang digunakan pada penelitian ini. Dari hasil pengujian batako didapatkan bahwa penggantian material pasir dengan material dari hasil pembakaran batubara berupa *bottom ash* akan menurunkan nilai kekuatan maksimal yang bisa ditahan oleh batako. Penurunan ini akan mempengaruhi kualitas batako yang dicetak. Dengan membandingkan nilai pada sampel D.I dan C.I didapati penurunan kekuatan sampel 5 Kn atau -16,56% kekuatan. Hingga pada sampel C.IV didapatkan bawah penurunan hingga 12,8 Kn atau -42,38% pada nilai kuat tekan maksimal. *Bottom ash* yang digunakan tidak melalui proses penyaringan sehingga memiliki ukuran butir yang tidak merata dan memiliki kandungan agregat yang lebih besar dari pasir. Hal ini menyebabkan rongga udara antar partikel lebih besar dan tidak dapat mengisi cetakan batako dengan lebih baik dibandingkan pasir yang memiliki ukuran butir yang lebih halus dan lebih seragam. Hasil dari penelitian sejalan dengan hasil penelitian lain yang menyatakan bahwa dengan penggunaan *bottom ash* yang tidak di saring lebih dahulu akan menyebabkan penurunan nilai kuat tekan. Untuk penggunaan *bottom ash*, perlu penggunaan persentase semen yang lebih tinggi sebelum batako dapat dimanfaatkan untuk bahan konstruksi.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian adalah adanya peningkatan kekuatan batako hasil pencampuran dengan *fly ash* dengan semen pada takaran awal 500 ml semen dengan kenaikan hingga 55,96% dari nilai kekuatan awal. Sedangkan pada batako hasil pencampuran antara pasir dan material *bottom ash* didapatkan penurunan kekuatan yang linear hingga -42,38% kekuatan pada perbandingan pasir dan *bottom ash* 1:1. Penambahan material *fly ash* memberikan kenaikan kuat tekan batako sehingga dapat dimanfaatkan sebagai material tambahan untuk campuran batako, sedangkan pada penggunaan material *bottom ash* sebagai pengganti material pasir menunjukkan penurunan kuat tekan sehingga material ini belum cocok sebagai pengganti pasir dalam campuran batako. Perlu penelitian lebih lanjut untuk menentukan komposisi batako yang lebih baik untuk dapat memanfaatkan material *bottom ash* yang memenuhi standar mutu batako.

DAFTAR PUSTAKA

Adhithia, F., & Pertiwi, D. (2020). Pengaruh Variasi *Fly Ash* Sebagai Pengganti Sebagian Semen Dengan *Copper Slag* Pengganti Sebagian Pasir Untuk Beton Mutu 42 MPA. *Jurnal Paduraksa*, 9 (1), 80-86. <https://doi.org/10.22225/pd.9.1.1676.80-86>

- Adinyamas, S., Suryadi, A., & Riyanto, S. (2022). Analisis Kekuatan Beton Normal Dengan *Bottom Ash* Sebagai Substitusi Pasir. *Jurnal Online Skripsi*, 3(1), 267-272.
- Aida, E. R., Lisha, S. Y., & Puty, Y. (2018). Pemanfaatan Limbah Abu Terbang Batubara (Fly Ash) di PLTU Ombilin Sebagai Bahan Koagulan. *Jurnal Pendidikan Teknologi Kejuruan*, 1(3), 125-131. <https://doi.org/10.24036/jptk.v1i3.2223>.
- Akbar, M. A., Fitrianiingsih, Y., & Sutrisno, H. (2022). Pemanfaatan Limbah Abu Terbang (Fly Ash) Batubara Sebagai Bahan Campuran Batako dengan Teknik Solidifikasi. *Jurnal Rekayasa Lingkungan Tropis*, 3(1), 23-29.
- Dewi, S. U., & Prasetyo, F. (2021). Analisa Penambahan *Bottom Ash* Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton. *Journal of Infrastructural in Civil Engineering (JICE)*, 2(2), 31-45. <https://doi.org/10.33365/jice.v2i02.1307>.
- Fitra, A. S. (2023). Pengaruh Penggunaan *Fly Ash* Sebagai Substitusi Semen dan *Bottom Ash* Sebagai Substitusi Pasir Pada Beton 20 MPA Dengan Metode Kering. *Seminar Nasional Industri dan Teknologi (SNIT)*, 407-416.
- Kamali, S. R., Hadi, S., Ismillayli, N., Hamdiani, S., & Sumarlan, I., (2018). Pembuatan Batako Berbahan Aditif Limbah Fly Ash Batu Bara di Desa Jago Kabupaten Lombok Tengah. *Prosiding PKM-CSR*, Vol. 1, 524-530.
- Mashuri., Adam, A. A., Rahman, R., & Setiawan, A. (2012). Penggunaan Abu Terbang Batubara Pada Pembuatan Batako di Kota Palu. *Majalah Ilmiah Mektek*, 3, 85-92.
- Praselia, 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.
- Pangaribuan, M. R., Utari., & Amrizal. (2021). Studi Pemanfaatan Limbah Batubara dan Kotoran Sapi Sebagai Agregat Tambahan Untuk Batako. *Jurnal Teknologi*. 13(2), 161-170. <https://doi.org/10.24853/jurtek.13.2.161-170>.
- Pangestuti, E. K. (2011). Penambahan Limbah Abu Batu Bara Pada Batako Ditinjau Terhadap Kuat Tekan Dan Serapan Air. *Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan*. 2(13), 161-168. <https://doi.org/10.15294/jtsp.v13i2.7068>.
- Samawi, N. A. W., Saputro, Y. A., & Hidayati, N. (2024). Analisis Mutu Beton Berbahan FABA (*Fly Ash Bottom Ash*) Sebagai Pengganti Agregat Halus Dengan Mengacu Proporsi Campuran Pada Analisa Harga Satuan Pekerja. *Jurnal Civil Engineering Study*, 4(1), 66-77. <https://doi.org/10.34001/jces>.
- Setiawan, A. A., Busyairi, M., & Wijayanti, D. W. (2017). Pemanfaatan Fly Ash PLTU Sebagai Agregat Dalam Pembuatan Batako. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi IV*, 16-25.
- Sujita., Kaliwantoro, N., Zainuri, A., Emy, D. S., & Pandri, P. (2023). Aplikasi Fly Ash Batu Bara di Industri Pembuatan Batako Dusun Peseng, Bumi Ayu Lombok Barat. *J.K.P. (Jurnal Karya Pengabdian)*, 5(2), 53-59. <https://doi.org/10.29303/jkp.v5i2.153>.
- Waisnhawa, I. G. S., Wibawa, I. M. S., & Wiyadi, I. G. G. (2023). Kuat Tekan Batako Dengan Campuran Agregat Sisa Ayakan 3mm. *Jurnal Ilmiah Teknik Unmas (JITUMAS)*, 3(1), 21-25.