

Penggunaan *Fly Ash* dalam Pembuatan Bata Beton untuk Meningkatkan Daya Kuat Tekan

Robert Napitupulu*, Romy Ade Trinyato, Juanda

Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

*e-mail : Rnapitupulu77@gmail.com

Abstract

Article history:

Received: 12-12-2024

Accepted: 10-01-2025

Published: 14-02-2025

Keywords:

cement,
compressive strength,
concrete brick,
fly ash,
sand.

Coal is an alternative energy that is used as energy for electricity generation and so on. The results of burning coal produce several wastes that are difficult to process and reuse, one of the wastes produced is fly ash, fly ash waste has several contents similar to cement material, one of which is silica. Use of fly ash as an additive to concrete bricks. This research aims to determine the effect of using fly ash as an additional material on compressive strength tests on concrete bricks and to determine the highest and lowest values of the composition of fly ash and sand. In this research, we will use the full factorial method to determine the number of specimens that will be made in the research, variations in the composition of fly ash: sand used are 30%: 40%, 20%: 50%, and 10%: 60%, with a ratio of cement:water fixed 2 : 1 and drying for 3 and 5 days. Compressive strength testing will be carried out on 6 specimens with 3 replications on each specimen so that the total number of specimens tested is 18 specimens. Based on the results of the best compressive strength test on specimen No.1 with a mixture of fly ash (30%): sand (40%), with a drying time of 3 days, the average maximum strength was 56,86 kg/cm².

1. Pendahuluan

Seiring dengan perkembangan teknologi, batu bara digunakan sebagai alternatif energi pengganti minyak bumi yang semakin mahal dan terbatas. Namun, penggunaan batu bara di industri berdampak negatif terhadap lingkungan, salah satunya menghasilkan limbah *fly ash*. *Fly ash* dapat diolah menjadi pupuk kandang atau bahan campuran pembuatan batako. Sayangnya, pengelolaan *fly ash* masih kurang optimal karena minimnya pemahaman mengenai cara pengolahannya. Di Bangka Belitung, industri PLTU dan PT. Timah menghasilkan *fly ash*, yang mendorong berbagai pihak untuk mencari solusi pemanfaatan limbah ini guna mengurangi dampak pencemaran lingkungan yang berkelanjutan.

Fly ash, menurut ACI Committee 232 [1] memiliki agregat halus yang dapat melewati saringan No. 325 sebesar 6-28%, dengan berat jenis antara 2,1 dan 2,7 serta warna abu-abu kehitaman. Secara kimiawi, *fly ash* mengandung sekitar 80% silikon dioksida dan aluminium oksida. Karena kemiripannya dengan semen, *fly ash* dapat digunakan untuk mengurangi penggunaan semen dalam campuran bata beton. Bentuk fisik *fly ash* ditunjukkan pada Gambar 1.

Penggunaan *fly ash* sebagai bahan tambahan mineral dapat meningkatkan kualitas bata beton, karena kandungan silika pada *fly ash*

dapat mengikat dan memperbaiki mutu produk dengan mengisi celah antara agregat kasar.

Penggunaan *fly ash* sebagai pengganti sebagian bahan pengikat beton dengan konsentrasi 0%, 20%, dan 40% dilakukan pada beton yang direndam selama 7 dan 28 hari untuk mengukur kemampuan menyerap air dan kekuatan tekan beton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton dengan 40% *fly ash* memiliki koefisien permeabilitas tertinggi (0,13 - 0,51 cm/jam), yang mengindikasikan permeabilitas yang lambat. Beton normal memiliki kekuatan tekan tertinggi pada umur 28 hari, mencapai 16,31 MPa [2].



Gambar 1. Bentuk fisik *fly ash*

Sementara pengujian penggunaan *fly ash* dalam campuran bata beton dari sekam padi, abu

batu, semen, dan sekam padi dilakukan meliputi penyerapan air, kuat desak, redaman panas, dan biaya pembuatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi optimal adalah 1 semen, 2 sekam padi, 0,5 abu batu, dan 0,5 *fly ash*, dengan kuat desak 29,5 kg/cm², berat volume 1256 kg/m³, penyerapan air 19,04%, dan redaman panas 11°C. Bata beton sekam padi dengan *fly ash* juga lebih murah 25% dibandingkan bata ringan Falcons, menunjukkan efisiensi biaya dalam produksi [3].

Kajian penggunaan *fly ash* untuk bata beton sebagai daya kuat tekan, penyerapan air, dan redaman panas telah dilakukan dengan menguji berbagai komposisi *fly ash* dalam campuran batako, yaitu 0%, 3%, 5%, 7%, dan 9% dari massa semen dengan perbandingan semen (1): pasir (8) dan faktor air-semen (FAS) 0,31 serta tambahan damdex 2%. Pengujian dilakukan setelah batako berumur 14 hari untuk mengukur kuat tekan, penyerapan air, dan redaman panas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi dengan 5% *fly ash* menghasilkan kuat tekan tertinggi (99 kg/cm²), sedangkan 9% *fly ash* menghasilkan penyerapan air terbaik (7,5%) dan redaman panas terbaik (11°C) [4].

Kajian pembuatan bata beton lobang dengan material abu batu bara (*fly ash* dan *bottom ash*) ramah lingkungan dilakukan dengan menguji penggunaan *fly ash* dan *bottom ash* dalam produksi mortar dan bata beton lobang. Mortar kotak diproduksi dengan komposisi 8 agregat : 1 PC (abu batu bara + pasir), sementara bata beton lobang diproduksi dengan campuran agregat 60% *bottom ash*, 20% pasir, dan 20% *fly ash*. Pengujian kekuatan tekan dilakukan pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bata beton lobang dengan campuran tersebut mencapai kekuatan tekan 24,1 kg/cm², yang termasuk dalam mutu 4 dan cocok digunakan untuk dinding non-struktur [5].

Penelitian dengan judul pengujian kuat tekan, kuat tarik, dan modul elastis bata beton dengan bahan pengganti semen *fly ash* kadar 15%, 30%, dan 40% terhadap beton normal telah dilakukan dengan menggunakan *fly ash* sebagai pengganti sebagian semen dalam beton. Spesimen berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm diuji kekuatan tekan, tarik, dan modul elastis setelah 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan beton dengan *fly ash* 40%, 30%, dan 15% memiliki kuat tekan lebih tinggi dibanding beton normal (30 MPa), yaitu 39 MPa, 35 MPa, dan 33 MPa, dengan

peningkatan masing-masing 27%, 13%, dan 9%. Uji kuat tarik menunjukkan beton dengan *fly ash* 40% memiliki nilai 4,1 MPa, lebih tinggi dari beton normal (3 MPa), dan pengujian modul elastis menunjukkan peningkatan nilai pada beton dengan *fly ash* [6].

Kajian terhadap hasil produksi industri kecil batako di Payakumbuh dan Kabupaten Lima Puluh Kota menunjukkan bahwa batako umumnya dibuat dari campuran pasir, semen, dan air dengan perbandingan tertentu. Proses pencampuran dilakukan di tempat yang bersih, beratap, dan menggunakan alas untuk mencegah kontaminasi dengan tanah. Perawatan dilakukan selama 3-5 hari untuk memastikan pengeringan sempurna dan stabilitas bentuk dengan Campuran perbandingan 1:5 menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 3,1 MPa. Dari lima industri kecil pembuat batu bata yang ada di Payakumbuh dan Kabupaten Lima Puluh Kota, tiga di antaranya belum memenuhi standar yang ditetapkan oleh PUBI-1982, sehingga belum dapat dikategorikan layak. Ketiga industri tersebut berasal dari Desa Tanjung Pati (BA), Desa Tiakar (BD), dan Desa Pasir [7].

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini sangat penting karena bata beton yang memiliki campuran *fly ash* sangat kuat dibandingkan dengan bata beton biasa, hal ini terbukti dan bisa dibandingkan dengan penelitian terdahulu diatas, Penggunaan *fly ash* dalam bata beton meningkatkan kualitas beton dengan meningkatkan ketahanan terhadap korosi, bahan kimia, dan suhu ekstrem, serta memperpanjang umur material. Praktisnya, *fly ash* mengurangi limbah industri, ketergantungan pada semen, dan emisi karbon, sehingga membantu mengurangi pencemaran dan menurunkan biaya produksi, menjadikannya pilihan ramah lingkungan dan ekonomis dalam konstruksi. penulis juga bertujuan untuk memanfaatkan limbah *fly ash* dari PLTU sebagai bahan tambahan atau pengganti sebagian pasir dalam pembuatan bata beton. Penelitian ini juga diharapkan dapat meningkatkan daya kuat tekan bata beton, sehingga memberikan mutu yang lebih baik dibandingkan dengan bata beton konvensional.

Metode

2.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *full factorial* dalam pembuatan rancangan penelitian, dengan menggunakan variabel

proses *fly ash* : pasir dan lama pengeringan 3 dan 5 hari dengan menggunakan cahaya matahari yang dilakukan 3 kali replikasi pada setiap spesimen, sedangkan untuk variabel respon dilakukan uji kuat tekan sebagai perlakuan pengujian terhadap spesimen [8,9]. Rancangan penelitian menggunakan metode *full faktorial* ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Rancangan penelitian

No.	<i>Fly Ash</i> : <i>Pasir</i>	Lama Pengeringan	Spesimen
1	30% : 40%	3 hari	3
2	20% : 50%	3 hari	3
3	10% : 60%	3 hari	3
4	30% : 40%	5 hari	3
5	20% : 50%	5 hari	3
6	10% : 60%	5 hari	3

Tabel 1 menunjukkan bahwa jumlah spesimen adalah enam spesimen dengan tiga kali pengulangan disertai dengan lama pengeringan 3 dan 5 hari, pada proporsi *fly ash* dan pasir yang dinyatakan dalam satuan massa (kg).

2.2 Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam proses pembuatan spesimen adalah *fly ash* dari PLTU yang memiliki karakteristik kadar kapurnya rendah ($CaO < 10\%$), pasir silika dengan tekstur halus 30 mesh keatas, air hujan, serta semen tiga roda komposit (PCC). Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ayakan pasir dengan ukuran mesh 30, *mixer*, timbangan digital, cetakan dengan ukuran 20 x 10 x 5 cm, dan mesin *zwick Roell Z020*.

2.3 Pembuatan Spesimen

Pembuatan spesimen dilakukan dengan beberapa tahap untuk memperoleh spesimen yang baik dan berkualitas. Komposisi spesimen terdiri dari spesimen 1 dan 4 (*fly ash* 30% : pasir 40%), spesimen 2 dan 5 (*fly ash* 20% : pasir 50%), spesimen 3 dan 6 (*fly ash* 10 : pasir 60%). Spesimen dibuat dengan menggunakan semen portland komposit (PCC) dan pasir silika.

Proses pencetakan spesimen dilakukan dengan mencampurkan *fly ash*, semen, dan pasir dalam wadah, lalu aduk merata menggunakan *mixer*, tambahkan air sedikit demi sedikit. Selanjutnya dituangkan campuran ke dalam cetakan spesimen hingga rata. Cetakan ditekan dengan tekanan yang konsisten. Kemudian

setelah 3 hari, sampel diilepaskan dari cetakan dan dikeringkan selama 3 dan 5 hari pada pukul 12.00 hingga 14.00 WIB.

2.4 Pengujian Spesimen

Pengujian kuat tekan spesimen dilakukan dengan menggunakan mesin *Zwick Roell Z020* seperti diperlihatkan pada Gambar 2. T



Gambar 2. Pengujian specimen

Tahapan pengujian dimulai dengan meletakkan wadah atau penampang ke alat uji tekan. Letakkan bata beton diatas wadah. Atur mesin uji kuat tekan dengan menggunakan standard ISO 844 yang dikonversikan ke SNI-2847-2019. [10]. Pengujian dilakukan dengan memberi beban secara bertahap sampai spesimen retak/hancur dan diperoleh nilai uji tertinggi pada spesimen. Setelah diperoleh nilai hasil uji kuat tekan pada alat *Zwick Roell Z020* maka satuan kuat tekan dikonversikan ke dalam kg/cm^2 [11].

Hasil perhitungan yang diperoleh dilakukan analisa untuk mengetahui nilai kuat tekan terbaik yang dihasilkan dari spesimen yang diuji.

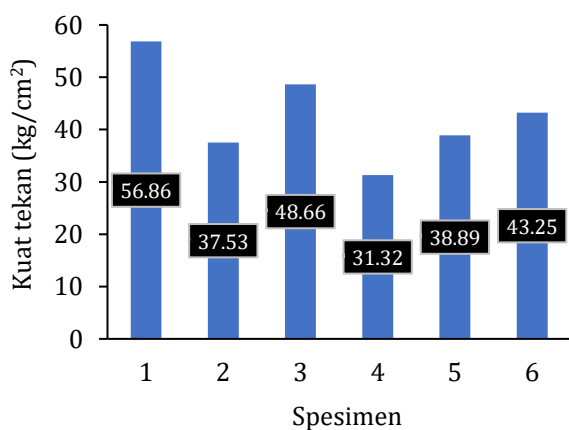
3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian kuat tekan dilakukan pada setiap spesimen dengan tiga kali replikasi. Hasil pengujian kuat tekan pada masing-masing spesimen ditunjukkan dalam Tabel 2 dan Gambar 3. Dari hasil pengukuran dan analisis terlihat bahwa hasil uji kuat tekan terbaik diperoleh pada sampel no. 1 dengan campuran 30% *fly ash* : 40% pasir dan waktu pengeringan 3 hari dengan rata-rata hasil kuat tekan sebesar 56,86 kg/cm^2 . Hal ini disebabkan karena kandungan *fly ash* yang yang digunakan lebih sedikit sehingga menghasilkan struktur internal

dengan pori - pori yang lebih besar, sedangkan waktu pengeringan 5 hari menghasilkan pengeringan bahan semen yang lebih optimal dan pengerasan yang lebih baik sehingga memberikan kekuatan lebih baik dibandingkan spesimen lainnya

Tabel 2. Hasil pengukuran kuat tekan

No.	Replikasi			Rerata (kg/cm ²)
	A (kg/cm ²)	B (kg/cm ²)	C (kg/cm ²)	
1	64,71	27,24	78,63	56,86
2	34,97	42,87	34,76	37,53
3	39,03	44,18	62,78	48,66
4	43,69	28,76	21,52	31,32
5	41,83	39,23	35,61	38,89
6	45,15	28,12	47,48	43,25



Gambar 3. Nilai rata-rata pengujian kuat tekan

Hasil uji kuat tekan terendah diperoleh pada sampel no. 4 dengan campuran 30% fly ash : 40% pasir dan waktu pengeringan 5 hari, nilai rata-rata adalah 31,32 kg/cm². Hal ini disebabkan karena penggunaan fly ash sedikit sehingga menyebabkan struktur internal sampel menghasilkan pori-pori yang besar karena spesimen memiliki porositas yang besar ketimbang sampel lain dan juga disebabkan lama pengeringan yang terlalu lama sehingga menghasilkan spesimen yang lebih rapuh dan mudah hancur ketimbang spesimen lainnya.

Penggunaan fly ash : pasir pada campuran bata beton dengan penggunaan 30% : 40% menghasilkan porositas yang lebih banyak sehingga menghasilkan struktur dalam beton yang lebih berlubang dari pada struktur dengan komposisi lain dan menghasilkan karakteristik yang lentur dan kuat dalam menopang beban berat sehingga memiliki nilai kuat tekan yang maksimal.

Sedangkan pada penggunaan fly ash 20% : pasir 50% menghasilkan porositas yang kurang pada struktur dalam bata beton sehingga menghasilkan nilai kuat tekan yang kurang karena memiliki karakteristik yang sedikit lebih kaku. Sedangkan pada penggunaan fly ash 10% : pasir 60% memiliki struktur dalam hampir tidak memiliki porositas sehingga menghasilkan kekuatan yang terlalu kaku dibandingkan komposisi lainnya sehingga kurang dapat menopang kekuatan yang berlebihan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan material fly ash pada bata beton efektif dalam meningkatkan kuat tekan pada bata beton dari pada bata beton konvensional. Pada hasil penelitian menunjukkan nilai uji kuat tekan tertinggi terdapat pada spesimen nomor 1 dengan nilai sebesar 56,86 kg/cm² dengan menggunakan 30% fly ash : 40% pasir dan lama pengeringan 3 hari. Sedangkan untuk nilai uji kuat tekan terendah pada spesimen nomor 4 dengan nilai sebesar 31,32 kg/cm² dengan menggunakan 30% fly ash : 40% pasir dan lama pengeringan 5 hari.

Daftar Pustaka

- [1] ACI Committee 232, 2018. *Report on the use of fly ash in concrete*, American Concrete Institute.
- [2] Sumarna, R. M. S., & Walujodjati E., 2021. *Pengaruh fly ash terhadap permeabilitas beton*. Jurnal Konstruksi, Vol. 19, No. 1, pp. 251- 262.
- [3] Putri, N. F. R. A., 2023. *Penambahan fly ash pada pembuatan bata press sekam padi dan pengaruhnya terhadap aspek teknis, biaya produksi, serta peredaman panas*, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- [4] Prasetyo, A., 2022. *Pengaruh fly ash pada batako terhadap kuat tekan, peyerapan air, dan redaman suhu*, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- [5] Sulistyowati, N. A., 2018. *Bata beton berlubang dari abu batu bara (fly ash dan bottom ash) yang ramah lingkungan* Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan, Vol. 15, No. 1, pp. 87-96.
- [6] Budi, A.S., Safitri E., Kuncoro F. B., 2021. *Kajian kuat tekan, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas beton dengan bahan*

- penggantisemen fly ash kadar 15%, 30%, dan 40% terhadap beton normal. Jurnal Matriks Teknik Sipil, Vol. 9, No. 3, pp. 170-177.*
- [7] Elvi, A., 2018. *Analisis kelayakan kualitas batako hasil produksi industri kecil di Kota Payakumbuh dan Kabupaten Lima Puluh Kota. Jurnal Teknik Sipil, Vol. XII, No. 7, pp. 28-34*
- [8] Nasution, S., 2017. *Variabel penelitian. Jurnal Raudhah, Vol. 5, No. 2, pp. 1-9.*
- [9] Ridha, N., 2017. *Proses penelitian, masalah, variabel dan paradigma penelitian. Jurnal Hikmah, Vol. 14, No. 1, pp. 62-70.*
- [10] Badan Stadarisasi Nasional, 2019. *Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan.*
- [11] Maulana, D. H., Wahyudie I. A., Erwansyah, 2023. *Pengaruh fly ash terhadap densitas dan kuat tekan bata ringan. Jurnal Inovasi Teknogi Terapan, Vol. 1, No. 2, pp. 486-490.*