



Analisis Pemanfaatan *Flyash* Sebagai Alternatif Bata Beton Untuk Meningkatkan Kuat Tekan

Romy Ade Triyanto¹, Robert Napitupulu², Juanda³

^{1,2,3}Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

Email : romyanto85@gmail.com

Received:15 November 2024; Received in revised form:3 September 2025; Accepted:30 September 2025

Abstract

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 10%: 60%, 20%: 50%, and 30%: 40%, 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 (10%): sand (60%), with a drying time of 3 days, the average maximum strength was 57.91 kg/cm², while the strength test results The lowest pressure was produced on sample No. 4 with a composition of fly ash (10%) : sand (60%) with a drying time of 5 days which produced an average compressive strength test result which had a maximum value of 30.59 kg/cm².

Keywords: concrete brick; fly ash; compressive strength; sand; cement

Abstrak

Batu bara merupakan suatu energi alternatif yang digunakan sebagai energi untuk pembangkit listrik dan sebagainya. Hasil dari pembakaran batu bara menghasilkan beberapa limbah yang sulit di olah dan dimanfaatkan kembali, salah satu limbah yang dihasilkan yaitu *fly ash*, limbah *fly ash* memiliki beberapa kandungan yang mirip dengan material semen yang salah satunya ialah silika. Penggunaan *fly ash* sebagai bahan tambah pada bata beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemanfaatan *fly ash* untuk bahan tambahan terhadap uji kuat tekan pada bata beton serta mengetahui nilai tertinggi dan terendah dari komposisi *fly ash* dan pasir. Pada penelitian ini akan menggunakan metode *fullfaktorial* sebagai menentukan jumlah spesimen yang akan dibuat dalam penelitian, variasi komposisi *fly ash* : pasir yang digunakan adalah 10% : 60%, 20% : 50%, dan 30% : 40%, dengan perbandingan semen : air tetap 2 : 1 dan pengeringan selama 3 dan 5 hari. Pengujian kuat tekan akan dilakukan sebanyak 6 spesimen dengan 3 replikasi pada setiap spesimen sehingga spesimen yang di uji berjumlah 18 spesimen. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan terbaik pada spesimen No.1 dengan campuran *fly ash* (10 %) : pasir (60 %), dengan lama pengeringan selama 3 hari menghasilkan rata-rata kekuatan maksimal sebesar 57,91 kg/cm², sedangkan hasil uji kuat tekan terendah dihasilkan pada sampel No. 4 dengan komposisi *fly ash* (10%) : pasir (60%) dengan lama pengeringan selama 5 hari yang menghasilkan hasil rata-rata uji kuat tekan yang memiliki nilai maksimal 30,59 kg/cm².

Kata kunci: bata beton; *fly ash*; kuat tekan; pasir; semen

1. PENDAHULUAN

Pada perkembangan teknologi, salah satu energi alternatif yang digunakan pada industri berupa batu bara, yang digunakan sebagai salah satu material energi alternatif yang digunakan pada industri sebagai pengganti penggunaan minyak bumi yang relatif mahal dan semakin berkurang. Dari penggunaan batu bara pada industri memberikan dampak negatif terhadap lingkungan sekitar yang berkelanjutan.

Pembakaran batu bara menghasilkan beberapa limbah yang salah satunya ialah *fly ash*. *Fly ash* sendiri dapat diolah menjadi pupuk kandang dan salah satunya ialah menjadi bahan campur pembuatan batako, Hasil dari limbah *fly ash* yang kurang dikelola oleh berbagai pihak, dikarenakan kurangnya pemahaman dalam pengelolaan limbah *fly ash*.

[1] ACI *Committee* 232 menjelaskan bahwa, limbah *fly ash* mempunyai agregat yang sangat halus sehingga dapat melewati saringan No. 325 (40 mikron) sebesar 6-28% dengan berat jenis antara 2,1 dan 2,7 serta warna abu-abu kehitaman. Secara kimiawi, *fly ash* terdiri dari silikon dioksida dan aluminium oksida dengan kandungan sekitar 80%. Karena kemiripannya dengan semen, *fly ash* dapat dimanfaatkan sebagai mengurangi kebutuhan penggunaan semen pada campuran bata beton. Gambar 1 menunjukkan material *fly ash* pada penelitian ini.



Gambar 1. *Fly Ash*

Walujodjati [2] penelitian yang berjudul “Penggunaan Limbah *Fly Ash* Terhadap Pemeabilitas Bata Beton”. Pada hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi yang tidak seragam dalam kemampuan tekan dan permeabilitas beton pada berbagai campuran. Beton dengan 40% abu terbang menunjukkan koefisien permeabilitas tertinggi di antara 0,13 – 0,51 cm/jam, menandakan kemampuan permeabilitas yang lambat. Kekuatan tekan tertinggi tercatat pada beton normal pada umur perawatan 28 hari, mencapai 16,31 MPa.

Putri [3] dalam penelitian serupa yang berjudul “Penggunaan *fly ash* pada peroduksi bata press sekam padi dan pengaruh terhadap aspek teknis, biaya pembuatan dan peredaman padas.” Pada hasil penelitian ini menunjukkan pada pengujian dibandingkan dengan bata ringan produk Falcons yang digunakan pada bangunan. Hasil uji menunjukkan bahwa bata beton dari sekam padi pada penambahan *fly ash* menunjukkan spesifikasi optimasi pada komposisi 1 semen, 2 sekam padi, 0,5 abu batu, dan 0,5 *fly ash*. Nilai kuat desak mencapai 29,5 kg/cm², yang terpenuhi pada standard SNI dan lebih tinggi dari pada bata ringan Falcons. Berat rata-rata volume ialah 1256 kg/m³, pada tingkat penyerapan air sebesar 19,04% dan redaman panas bernilai 11°C. Harga penjualan bata beton sekam padi dengan bahan *fly ash* juga lebih murah 25% dibandingkan dengan bata ringan *Falcons*, menunjukkan efektif penggunaan *fly ash* dalam mengurangi biaya produksi batako sekam padi.

Prasetyo [4] juga melakukan penelitian serupa yang berjudul “Penggunaan *fly ash* untuk bata beton sebagai daya kuat tekan, penyerapan air, dan redaman panas.” Pada hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi campuran batako yang paling efektif adalah dengan tambahan *fly ash* sebesar 5%. Pada komposisi ini, batako mencapai kuat tekan tertinggi sebesar 99 kg/cm². Penyerapan air terbaik dicapai pada batako dengan penambahan *fly ash* sebesar 9%, yang memiliki nilai penyerapan air sebesar 7,5. Sedangkan redaman suhu terbaik diperoleh pada batako dengan tambahan *fly ash* sebesar 9%, yang mencatatkan nilai redaman suhu sebesar 11, °C.

Sulistyowati [5] pada penelitian serupa yang berjudul “Bata beton lobang dengan material abu batu bara (*fly ash* dan *bottom ash*) ramah lingkungan.” Pada hasil penelitian uji menunjukkan pada bata beton lobang dengan persentase agregat 60 % *bottom ash* + 20 % pasir + 20 % *fly ash* mempunyai kekuatan tekan sebesar 24,1 kg/cm² termasuk kedalam mutu 4 dan dapat digunakan pada dinding non struktur.

Budi [6] juga melakukan penelitian yang serupa dengan diatas yang berjudul “pengujian kuat tekan, kuat tarik, dan modul elastis bata beton dengan bahan pengganti semen *fly ash* kadar 15%, 30%, dan 40% terhadap beton normal.” Penelitian ini menggunakan *fly ash* dengan kadar 15%, 30%, dan 40% sebagai pengganti sebagian semen dalam beton, yang dilakukan dalam rangka eksperimen. spesimen yang dibuatkan berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. uji kuat tekan bata beton

dilaksanakan setelah bata beton mencapai usia 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan beton normal adalah 30 MPa. Untuk variasi *fly ash* dengan kadar 40%, 30%, dan 15%, didapatkan nilai kuat tekan berturut-turut sebesar 39 MPa; 35 MPa; dan 33 MPa. Persentase peningkatan kuat tekan terhadap beton normal masing-masing adalah 27%, 13%, dan 9%. Pada uji kuat tarik, beton normal memiliki nilai sebesar 3 MPa. Sedangkan untuk variasi kadar *fly ash* 40%, 30%, dan 15%, didapatkan nilai kuat tarik berturut-turut sebesar 4,1 MPa, 2,4 MPa, dan 2,8 MPa. Persentase nilai kuat tarik jika dibandingkan dengan kuat tekan beton masing-masing adalah 10%, 6,9%, dan 6,4%. Hasil pengujian modul elastis beton normal adalah 2303 MPa. Sedangkan untuk variasi kadar *fly ash* 40%, 30%, dan 15%, diperoleh nilai modul elastis berturut-turut sebesar 2629 MPa, 20648 MPa, dan 18313 MPa.

Fauzan [7] melakukan penelitian serupa dengan judul "Pengaruh Pemanfaatan Limbah *Fly Ash* dan Karbit Terhadap Karakteristik Batu Bata". Pada penelitian ini menggunakan 5 varian derajat substitusi *fly ash* dan penggunaan limbah karbita yang berbeda-beda, dengan tersedia 6 benda uji untuk pengujian pada setiap varian. Pengujian dilaksanakan dengan menggunakan standar SNI 03-0349-1989. Pada penelitian ini menunjukkan bata beton varian B menghasilkan nilai kuat tekan terbaik dengan nilai sebesar 81,6 kg/cm² dan massa bata beton sebesar 19,7 kg dengan daya serapan air dan peredaman suhu masing-masing sebesar 6,8 % dan 7,7 °C. Sedangkan bata beton varian A mempunyai nilai kuat tekan 55,4 kg/cm² dan massa 24 kg dengan kapasitas serapan air dan peredaman suhu sebesar 5,3% atau 6,1°C.

Raspi [8] melakukan penelitian serupa yang berjudul "studi pemanfaatan *fly ash* sebagai pengganti sebagian semen ditinjau dari kuat tekan daya serap air batako". Penelitian ini menggunakan bahan tambahan *Fly Ash* (abu terbang) sebagai campuran dalam pembuatan batako pasangan dinding. Sesuai standar SNI 03-0345-1989. Proporsi variasi penambahan *Fly Ash* 0% (sebagai acuan), 5%, 15%, 25%, 35% dan 50% dari berat semen dengan perbandingan 1PC : 6PS. Benda uji yang digunakan berukuran 30cm x 15cm x 10cm tiap variabel 6 buah benda uji (3 buah untuk pengujian kuat tekan dan 3 buah untuk pengujian daya serap air) dan pengujian dilakukan saat batako berumur 28 hari. Kuat tekan batako mengalami peningkatan kuat tekan pada proporsi *Fly Ash* 5% dan 15% dengan kuat tekan rata-rata sebesar 8,824 Mpa dan 9,371 Mpa dan mengalami penurunan kembali pada proporsi 25%, 35%, 50% sedangkan tanpa penambahan *Fly Ash* memiliki kuat tekan rata-rata sebesar 7,743 Mpa. Penambahan *Fly Ash* pada bahan ikat semen juga mempengaruhi daya serap air batako. Nilai daya serap air pada batako dengan penambahan *fly ash* pada proporsi 15% pada umur 28 hari lebih rendah dibandingkan batako dengan umur 14 hari yaitu sebesar 7,053% untuk 28 hari dan 7,526 untuk 14 hari.

Berdasarkan uraian di atas, pemanfaatan *fly ash* sangat menjanjikan karena kandungan silika yang terdapat di dalamnya memiliki sifat sebagai material pengikat yang serupa dengan semen. Hal ini menjadikan *fly ash* sebagai alternatif yang sangat baik dalam pembuatan bata beton, karena dapat meningkatkan kuat tekan pada bata beton tersebut. Dengan demikian, penggunaan *fly ash* dalam produksi bata beton tidak hanya dapat meningkatkan kualitas dan daya tahan produk, tetapi juga berpotensi untuk meningkatkan kekuatan struktur pada bangunan yang menggunakannya. Selain itu, dengan ketersediaan *fly ash* yang melimpah di wilayah Bangka Belitung, pasokan bahan baku untuk proses pembuatan bata beton ini dapat dengan mudah diperoleh, sehingga mempermudah dan memperlancar proses produksi di daerah tersebut.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan bahan baku berupa *fly ash* dengan variabel proses berupa : *fly ash* : pasir (10% : 60%, 20% : 50%, 30% : 40%) dan lama pengeringan 3 dan 5 hari, sedangkan variabel respon dilakukan uji kuat tekan. Penelitian menggunakan sebuah metode *fullfaktorial* untuk perancangan penelitian.

Perancangan penelitian ini menggunakan metode *fullfaktorial* yang ditentukan pada variabel proses, dengan melakukan 3 kali replikasi pada setiap spesimen. Tabel 1. Menunjukkan rancangan penelitian menggunakan metode *fullfaktorial*.

2.1 VARIABEL PADA PENELITIAN

Ada beberapa yang akan digunakan pada penelitian sebagai acuan pada tujuan penelitian ini, variabel yang digunakan ialah antara lain :

2.2 VARIABEL PROSES

Variabel proses/Independen merupakan variabel penelitian sangat mempengaruhi atau penyebab perubahan atau timbul variabel dependen (terikat), Sesuai dengan penelitian Ridha (2017).

Ada beberapa variabel proses yang digunakan pada penelitian ini, antara lain :

1. *Fly Ash* : Pasir
2. Lama Pengeringan

2.3 VARIABEL RESPON

Variabel respon ialah variabel yang nilainya disebabkan oleh perlakuan yang diberikan dan nilainya tidak dapat ditemukan sebelum dilakukan pengujian dalam penelitian Nasution (2017). Pada penelitian ini melakukan uji kuat tekans sebagai variabel respon yang diamati.

Tabel 1. Rancangan Penelitian

No.	<i>Fly ash</i> : Pasir	Lama Pengeringan	Uji Kuat Tekan
1	10% : 60%	3	3
2	20% : 50%	3	3
3	30% : 40%	3	3
4	10% : 60%	5	3
5	20% : 50%	5	3
6	30% : 40%	5	3

Bahan yang digunakan pada penelitian ini berupa : *fly ash*, pasir, semen, air, sedangkan untuk peralatan yang digunakan berupa : ayakan pasir, cetakan, timbangan digital, *mixer* serta menggunakan *Zwick Roell Z020*.

2.2 Proses Pembuatan Sampel

Beberapa tahapan yang dilakukan dalam pembuatan sampel pada penelitian ini, diantaranya :

1. Proses timbang bahan/material.
Menimbang material seperti semen, pasir dan bahan tambah (*fly ash*) dengan menggunakan timbangan digital.
2. Proses mencetak spesimen.
Tahap-tahap pada proses pengadukan bahan dasar dan bahan campuran:
 - Masukan *fly ash*, semen dan pasir ke dalam wadah, kemudian aduk secara merata menggunakan *mixer* serta penambahan sedikit air secara bertahap hingga semua bahan tercampur secara rata.
 - lalu tuangkan bahan yang sudah dicampurkan merata tadi ke wadah cetakan spesimen sampai merata.
 - Lalu tekan tuas pada alat yang telah diproduksi dengan tekanan yang sama.
 - Setelah 3 hari dibiarkan, kemudian sampel bisa dilepaskan dari cetakan dan bata beton dikeringkan selama 3 hari dan 5 hari.
3. Tahap pengeringan spesimen
 - Spesimen akan dikeringkan selama 3 dan 5 hari pada pukul 12.00 -14.00 WIB.

2.3 Proses Pengujian

Ada beberapa tahapan pada uji kuat tekan pada bata beton didapatkan dari tahap sebagai berikut ini:

1. Letak wadah atau penampang ke alat mesin uji kuat tekan.
2. Masuk spesimen diatas wadah.
3. Atur mesin uji kuat tekan dengan menggunakan standard ISO 844.
4. Lakukan pengujian dengan memberi beban secara bertahap sampai spesimen retak/hanur dan menghaikan nilai uji tertinggi pada spesimen.
5. Setelah diperoleh nilai hasil uji pada alat mesin uji kuat tekan *Zwick Roell Z020* lakukan perhitungan untuk mengubah satuan dari Kpa ke kg/cm^2 .

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan serangkaian pengujian yang teliti pada setiap sampel yang telah disiapkan, serta data yang diperoleh dari proses pengujian tersebut dianalisis secara mendalam, hasil pengujian dilakukan menggunakan mesin uji kuat tekan Zwick Roell 2020. Mesin ini dipilih karena kemampuannya yang tinggi dalam memberikan hasil pengujian yang akurat dan presisi, memastikan keandalan setiap data yang diperoleh. Dalam pengujian ini, dilakukan pengujian terhadap total 6 sampel, masing-masing sampel diuji dengan 3 kali replikasi untuk memastikan konsistensi dan keakuratan hasil. Dengan demikian, total sampel yang diuji mencapai 18 sampel yang terdiri dari berbagai variasi, yang semuanya diuji secara menyeluruh untuk mendapatkan gambaran yang komprehensif mengenai kuat tekan material tersebut. Berdasarkan pengujian ini, diperoleh data yang dapat memberikan informasi yang jelas mengenai performa material yang diuji dalam kondisi yang berbeda. Berikut ini adalah hasil pengujian kuat tekan yang diperoleh dari seluruh sampel yang telah diuji, yang akan memberikan gambaran tentang kualitas dan daya tahan material tersebut.

Tabel 2. Hasil Uji Kuat Tekan

Sampel	Nilai Kuat Tekan			Rata-rata (Kg/cm ²)
	1 (Kg/cm ²)	2 (Kg/cm ²)	3 (Kg/cm ²)	
1	65,87	28,34	79,53	57,91
2	34,97	45,77	33,56	38,1
3	38,03	45,27	61,18	48,16
4	42,52	29,16	20,08	30,59
5	42,82	38,13	37,32	39,42
6	44,05	27,02	46,09	39,05

Pada tabel 2. Menunjukkan bahwa penggunaan *fly ash* : pasir pada campuran bata beton dengan penggunaan 10% : 60% menghasilkan porositas yang berlebihan sehingga menghasilkan struktur dalam yang lebih berlubang dari pada struktur dalam dengan komposisi lain yang menghasilkan karakteristik yang lentur dan kuat dalam menopang beban berat sehingga memiliki nilai kuat tekan yang maksimal daripada hasil komposisi *fly ash* : pasir. 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* 30% : pasir 40% memiliki struktur dalam hampir tidak memiliki porositas yang memungkinkan kurang dapat menopang kekuatan berlebihan karena menghasilkan kekuatan yang terlalu kaku ketimbang komposisi lainnya.

4. SIMPULAN

Pengaruh penambahan limbah *fly ash* pada campuran batako adalah semakin sedikit *fly ash* yang ditambahkan maka daya kuat tekan yang dihasilkan semakin baik, karena *fly ash* dapat menghasilkan porositas yang cukup baik untuk menahan beban yang berlebihan. Oleh karena itu, struktur internal batu bata beton akan menghasilkan pori-pori yang lebih banyak dibandingkan dengan menggunakan *fly ash* yang lebih banyak. Pengaruh lama pengeringan batako adalah semakin lama batako mengering maka semakin optimal pula material semen mengering dan mengeras. Nilai persentase penambahan tertinggi adalah pada campuran *fly ash* (10%) : pasir (60%) dengan proses pengeringan selama 3 hari dengan rata-rata hasil uji kuat tekan sebesar 57,91 kg/cm². Sedangkan nilai kuat tekan terendah pada penambahan *fly ash* (10%) : pasir (60%) dengan lama pengeringan 5 hari dengan memperoleh nilai sebesar 30,59 kg/cm².

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. ACI Committee 232, "Report on the Use of Fly Ash in Concrete", American Concrete Institute, (2018).
- [2]. Rosi Mutiara Sya'bani Sumarna, Eko Walujodjati, (2021), "Pengaruh Fly Ash Terhadap Permeabilitas Beton", *jurnal kontruksi*, vol. 19, no. 1. pp. 251-262.
- [3]. Nurul Fatma Ratih Arifin Putri, (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.

-
- [4]. Andrian Prasetyo, (2022), “ Pengaruh Fly Ash pada Batako terhadap Kuat Tekan, Peyerapan Air, dan Redaman Suhu”, *Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil*, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
 - [5]. Nurul Aini Sulistyowati, (2013), “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]. Agus Setiya Budi, Endah Safitri, Fajar Bayu Kuncoro, (2021), “Kajian Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, Dan Modulus Elastisitas Beton Dengan Bahan Pengganti Semen *Fly Ash* Kadar 15%, 30%, Dan 40% Terhadap Beton Normal”, *Jurnal Matriks Teknik Sipil*, vol. 9, no. 3. Pp. 170-177.
 - [7]. Abhinaya Fikri Fauzan, (2023), “Pengaruh Penggunaan *Fly Ash* dan Limbah Karbit Terhadap Katarestik Batako”, *Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
 - [8]. Ni Nyoman Listuayu Raspi, (2023), “Studi Pemanfaatan *Fly Ash* Sebagai Pengganti Sebagian Semen Ditinjau Dari Kuat Tekan Daya Serap Air Batako”, *Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil*, Universitas Muhammadiyah Mataram.
 - [9]. Nikmatur Ridha , (2017), “Proses Penelitian, Masalah, Variabel Dan Paradigma Penelitian.
 - [10]. Sangkot Nasution, (2017), “ Variabel Penelitian”, *Jurnal Raudhah*, vol. 5, no. 2, pp. 1-9.