

Analisis Pemanfaatan *Fly Ash* Sebagai Pengganti Bata Beton untuk Meningkatkan Daya Kuat Tekan

Romy Ade Triyanto¹, Robert Napitupulu^{1*}, Juanda¹

¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

*E-mail : rnapitupulu77@gmail.com

Received: 7 Januari 2025; Received in revised form: 8 Januari 2025; Accepted: 14 Januari 2025

Abstract

Coal is an alternative energy source that is used for electricity generation and other needs. The coal burning process produces waste that is difficult to reprocess, one of which is fly ash. Fly ash waste has contents that resemble cement materials, such as silica, so it can be used as an additional material in making concrete bricks. This research aims to analyze the effect of using fly ash as an additional material on the compressive strength of concrete bricks and determine the highest and lowest compressive strength values of various compositions of fly ash and sand. The full factorial method was used in this research to determine the number of specimens made. Variations in the composition of fly ash and sand applied were 10% : 60%, 20% : 50%, and 30% : 40%, with a fixed ratio of cement and water of 2 : 1. The drying process was carried out for 3 and 5 days. Testing Compressive strength was carried out on 6 specimens for each composition variation, with 3 repetitions on each specimen. The total specimens tested were 18. The test results showed that the specimen with a mixture of 10% fly ash: 60% sand and drying for 3 days (Specimen No. 1) produced the highest average compressive strength, namely: 56.91 kg/cm². Meanwhile, the lowest compressive strength was found in Specimen No.4 with a composition of 30% fly ash: 40% sand which was dried for 5 days, with an average compressive strength of 31.99 kg/cm².

Keywords: Concrete Brick, fly ash, compressive strength, sand, cement

Abstrak

Batu bara merupakan salah satu sumber energi alternatif yang dimanfaatkan untuk pembangkit listrik dan kebutuhan lainnya. Proses pembakaran batu bara menghasilkan limbah yang sulit diolah kembali, salah satunya adalah *fly ash*. Limbah *fly ash* memiliki kandungan yang menyerupai material semen, seperti silika, sehingga dapat digunakan sebagai bahan tambahan pada pembuatan bata beton. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan *fly ash* sebagai bahan tambahan terhadap kekuatan tekan bata beton serta menentukan nilai kekuatan tekan tertinggi dan terendah dari berbagai komposisi *fly ash* dan pasir. Metode *full factorial* digunakan dalam penelitian ini untuk menentukan jumlah spesimen yang dibuat. Variasi komposisi *fly ash* dan pasir yang diterapkan adalah 30% : 40%, 20% : 50%, dan 10% : 60%, dengan rasio tetap antara semen dan air sebesar 2 : 1. Proses pengeringan dilakukan selama 3 dan 5 hari. Pengujian kekuatan tekan dilakukan pada 6 spesimen untuk setiap variasi komposisi, dengan 3 kali pengulangan pada masing-masing spesimen. Total spesimen yang diuji adalah 18. Hasil pengujian menunjukkan bahwa spesimen dengan campuran *fly ash* 30% : pasir 40% dan pengeringan selama 3 hari (Spesimen No.1) menghasilkan kekuatan tekan rata-rata tertinggi, yaitu : 56,91 kg/cm². Sementara itu, kekuatan tekan terendah ditemukan pada Spesimen No.4 dengan komposisi *fly ash* 30% : pasir 40% yang dikeringkan selama 5 hari, dengan rata-rata kekuatan tekan sebesar 31,99 kg/cm².

Kata kunci: Bata Beton, *fly ash*, kuat tekan, Pasir, Semen

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan teknologi, batu bara yang digunakan sebagai sumber energi alternatif di industri, menggantikan minyak bumi yang semakin mahal. Namun, penggunaan batu bara menghasilkan limbah seperti *fly ash*, yang dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Di Bangka Belitung, industri seperti PLTU dan PT. Timah menghasilkan limbah *fly ash*, yang telah dimanfaatkan sebagian untuk mengurangi pencemaran lingkungan.

Memiliki partikel halus yang mampu melewati saringan No. 325 sebanyak 6-28%, dengan berat jenis berkisar antara 2,1 hingga 2, Menurut ACI Committee 232, *fly*

ash 7, serta memiliki warna abu-abu hingga kehitaman. Secara kimiawi, *fly ash* mengandung sekitar 80% silikon dioksida dan aluminium oksida. Karena sifatnya yang mirip dengan semen, *fly ash* dapat dimanfaatkan untuk mengurangi kebutuhan semen dalam campuran bata beton. Sebagai bahan tambahan mineral, penggunaannya mampu meningkatkan kualitas bata beton, karena kandungan silika pada *fly ash* dapat berfungsi untuk mengikat sekaligus memperbaiki kualitas produk dengan mengisi celah di antara agregat kasar.[1],



Gambar 1. Fly Ash

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Sumarna & Walujodjati berjudul "Penggunaan Limbah Fly Ash Terhadap Permeabilitas Bata Beton," dibahas pemanfaatan fly ash sebagai substitusi sebagian bahan pengikat pada beton dengan konsentrasi sebesar 0%, 20%, dan 40%. Pengujian dilakukan pada beton yang direndam selama 7 dan 28 hari untuk mengevaluasi daya serap air serta kekuatan tekan beton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton dengan kandungan fly ash sebesar 40% memiliki koefisien permeabilitas tertinggi (0,13 - 0,51 cm/jam), yang mencerminkan tingkat permeabilitas yang rendah. Beton normal menghasilkan kekuatan tekan tertinggi pada umur 28 hari dengan nilai mencapai 16,31 MPa.[2].

Penelitian Putri berjudul "Penggunaan Fly Ash pada Produksi Bata Press Sekam Padi dan Pengaruhnya Terhadap Aspek Teknis, Biaya Pembuatan, dan Peredaman Panas" menguji penggunaan *fly ash* dalam campuran bata beton dari sekam padi, abu

batu, semen, dan sekam padi. Uji yang 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].

Penelitian yang dilakukan oleh Prasetyo, berjudul "Penggunaan Fly Ash untuk Bata Beton sebagai Daya Kuat Tekan, Penyerapan Air, dan Redaman Panas," mengkaji berbagai proporsi fly ash dalam campuran batako. Fly ash digunakan sebesar 0%, 3%, 5%, 7%, dan 9% dari berat semen, dengan perbandingan semen (1): pasir (8), faktor air-semen (FAS) 0,31, serta penambahan damdex sebanyak 2%.

Pengujian dilakukan setelah batako berumur 14 hari untuk menilai kuat tekan, daya serap air, dan kemampuan meredam panas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi fly ash 5% menghasilkan kuat tekan tertinggi sebesar 99 kg/cm², sementara fly ash 9% memberikan penyerapan air terbaik (7,5%) dan kemampuan redaman panas tertinggi (11°C).[4].

Penelitian yang dilakukan oleh Sulistyowati dengan judul "Bata Beton Lobang dengan Material Abu Batu Bara (Fly Ash dan Bottom Ash) Ramah Lingkungan" membahas pemanfaatan fly ash dan bottom ash dalam pembuatan mortar serta bata beton lobang. Mortar berbentuk kotak dibuat menggunakan komposisi 8 agregat : 1 semen (gabungan abu batu bara dan pasir), sedangkan bata beton lobang dibuat dengan campuran agregat yang terdiri atas 60% bottom ash, 20% pasir, dan 20% fly ash. Pengujian kuat tekan dilakukan pada usia 7, 14, 21, dan 28 hari. Berdasarkan hasil penelitian, bata beton lobang dengan komposisi tersebut memiliki kekuatan tekan sebesar 24,1 kg/cm², yang memenuhi mutu 4 dan cocok untuk digunakan pada dinding non-struktural.[5].

Penelitian yang dilakukan oleh Budi dan rekan-rekannya 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" membahas pemanfaatan fly ash sebagai substitusi sebagian semen dalam campuran beton. Spesimen berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm diuji untuk kekuatan tekan, kekuatan tarik, dan modul elastis setelah proses pengawetan selama 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton dengan kandungan fly ash 40%, 30%, dan 15% memiliki kekuatan tekan yang lebih tinggi dibandingkan beton normal (30 MPa), yakni masing-masing 39 MPa, 35 MPa, dan 33 MPa, dengan peningkatan sebesar 27%, 13%, dan 9%. Pengujian kekuatan tarik menunjukkan bahwa beton dengan 40% fly ash memiliki nilai 4,1 MPa, lebih tinggi

dibanding beton normal (3 MPa). Selain itu, pengujian modul elastis juga menunjukkan adanya peningkatan nilai pada beton yang menggunakan fly ash.[6].

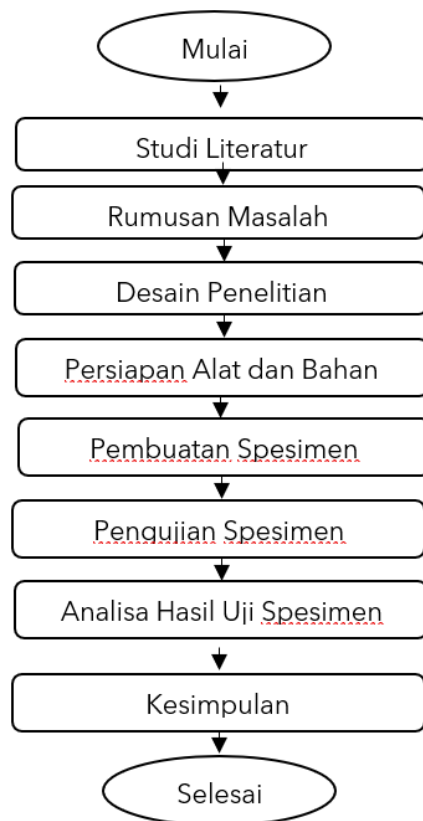
Penelitian yang dilakukan oleh Mira Setiawati & Muhammad I maduddin yang berjudul "Fly Ash Sebagai Bahan Pengganti Semen Pada Beton" membahas tentang Penelitian ini membahas pengaruh penggunaan fly ash sebagai bahan pengganti semen terhadap kekuatan tekan beton. Persentase fly ash yang digunakan bervariasi, mulai dari 5% hingga 12,5% dengan interval 2,5%. Pengujian beton dilakukan pada umur 3, 7, 14, dan 28 hari

Setelah melalui proses curing, sebanyak 96 benda uji berbentuk kubus digunakan dalam penelitian ini, dengan masing-masing variasi memiliki 12 benda uji. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tekan tertinggi dicapai pada penggunaan fly ash sebesar 12,5%, yaitu 404,03 Kg/cm² pada umur 28 hari, dengan peningkatan sebesar 27,95%. Pada umur awal beton, kekuatan tekan tertinggi juga ditemukan pada penggunaan fly ash 12,5%, yaitu sebesar 231,04 Kg/cm², yang menunjukkan peningkatan sebesar 60% dibandingkan beton normal. Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa penggunaan fly ash, terutama pada kadar 12,5%, secara signifikan meningkatkan kekuatan tekan beton, khususnya pada umur awal hingga maksimum.[7].

Berdasarkan penjelasan di atas, penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah fly ash sebagai bahan tambahan atau substitusi sebagian pasir dalam produksi bata beton. Penelitian ini diharapkan mampu meningkatkan kekuatan tekan bata beton, sehingga menghasilkan kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan bata beton konvensional.

2. METODE PENELITIAN

Diagram alir yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Alir Penelitian

2.1. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *full factorial* untuk merancang eksperimen, dengan tujuan mengidentifikasi pengaruh kombinasi variabel proses terhadap kekuatan beton. Variabel yang diuji mencakup perbandingan fly ash : pasir dan durasi pengeringan, yang masing-masing diujikan

dengan tiga kali replikasi untuk memastikan konsistensi. Sebagai variabel respon, dilakukan uji kuat tekan untuk mengukur dampak perlakuan pada spesimen. Uji ini bertujuan untuk memperoleh gambaran hubungan antara komposisi bahan dan waktu pengeringan terhadap kekuatan beton.[8][9]. Tabel 1 menyajikan rancangan penelitian menggunakan metode *full factorial*

Tabel 1. Rancangan Penelitian

No	Fly Ash : pasir	Lama Pengeringan	Spesimen
1	30% : 40%	3	3
2	20% : 50%	3	3
3	10% : 60%	3	3
4	30% : 40%	5	3
5	20% : 50%	5	3
6	10% : 60%	5	3

2.2. Alat Dan Bahan

Penelitian ini menggunakan berbagai bahan dalam pembuatan spesimen, seperti fly ash, pasir, air, dan semen. Adapun peralatan yang digunakan dalam eksperimen ini meliputi ayakan pasir, mixer, timbangan digital, cetakan, dan mesin uji Zwick Roell Z020.

2.3. Pembuatan Spesimen

Proses pembuatan spesimen dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan untuk memastikan spesimen yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik. Berikut adalah tahapan-tahapan tersebut:

1. Penimbangan Material:

Bahan-bahan seperti semen, pasir, dan fly ash ditimbang menggunakan timbangan digital

2. Pencetakan Spesimen:

- o Campurkan fly ash, semen, dan pasir dalam wadah, lalu aduk secara merata menggunakan mixer. Tambahkan air sedikit demi sedikit.
- o Tuangkan campuran bahan ke dalam cetakan spesimen hingga merata.
- o Tekan cetakan dengan tekanan yang seragam.
- o Setelah 3 hari, keluarkan sampel dari cetakan dan biarkan mengering selama 3 hingga 5 hari.

3. Pengeringan Spesimen:

- o Spesimen dikeringkan pada rentang waktu 3 hingga 5 hari, dilakukan pada pukul 12.00 - 14.00 WIB.

2.4. Pengujian Material

Dalam penelitian ini, mesin Zwick Roell Z020 digunakan untuk melakukan pengujian kuat tekan, guna mengetahui kekuatan maksimum dari setiap spesimen dan menentukan spesimen dengan hasil terbaik. Pengujian dilakukan pada spesimen yang telah dibuat untuk mengukur nilai kekuatan yang dihasilkan. Berikut adalah langkah-langkah yang dilakukan selama proses pengujian spesimen :

1. Tempatkan wadah atau penampang pada alat mesin uji kuat tekan.
2. Letakkan spesimen di atas wadah tersebut.
3. Sesuaikan pengaturan mesin uji kuat tekan sesuai dengan standar ISO 844.
4. Lakukan tahap pengujian dengan memberikan beban secara bertahap hingga spesimen retak atau hancur, dan catat nilai tertinggi yang dihasilkan.
5. Setelah mendapatkan hasil uji dari mesin uji kuat tekan Zwick Roell Z020, lakukan perhitungan untuk mengkonversi satuan dari Kpa ke kg/cm^2 . [10].



Gambar 2. Pengujian Material

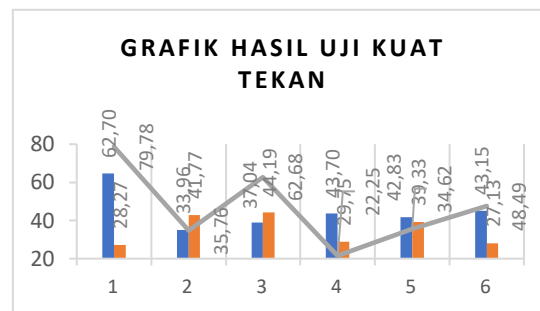
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini disajikan dalam Tabel 2, yang menampilkan data pengujian kuat tekan setiap replikasi spesimen

menggunakan mesin Zwick Roell Z020. Sementara itu, Gambar 3 memperlihatkan grafik rata-rata nilai kuat tekan untuk masing-masing spesimen.

Tabel 2. Hasil Penelitian

No.	Replikasi			Rerata (Kg/cm ²)
	A (Kg/cm ²)	B (Kg/cm ²)	C (Kg/cm ²)	
1	62,70	28,27	79,78	56,91
2	33,96	41,77	35,76	43,16
3	37,04	44,19	62,68	47,97
4	43,70	29,75	22,52	31,99
5	42,83	39,33	34,62	38,92
6	43,15	27,13	48,49	39,59



Gambar 3. Grafik Hasil Uji Kuat Tekan

Dalam sampel penelitian ini, nomor 1 dengan campuran 30% fly ash dan 40% pasir yang dikeringkan selama 3 hari menunjukkan hasil uji kuat tekan terbaik, yakni rata-rata sebesar 56,91 kg/cm². Kekuatan ini disebabkan oleh kandungan fly ash yang lebih rendah, yang menghasilkan struktur internal dengan pori-pori lebih besar, serta pengeringan yang optimal yang mendukung proses pengerasan. Sebaliknya, sampel nomor 4, yang menggunakan campuran yang sama namun dengan pengeringan selama 5 hari, menghasilkan nilai terendah, yaitu 31,99 kg/cm². Hal ini disebabkan oleh peningkatan porositas dan pengerasan yang tidak maksimal akibat waktu pengeringan yang terlalu lama, sehingga membuat spesimen menjadi lebih rapuh.

4. SIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan material fly ash pada bata beton terbukti efektif dalam meningkatkan kuat tekan dibandingkan dengan bata beton konvensional. Nilai uji kuat tekan tertinggi ditemukan pada spesimen No. 1, yaitu sebesar 56,91 kg/cm², dengan komposisi 30% fly ash : 40% pasir dan waktu pengeringan selama 3 hari. Sementara itu, nilai uji kuat tekan terendah

terdapat pada spesimen No. 4, sebesar 31,99 kg/cm², dengan komposisi yang sama, tetapi waktu pengeringan selama 5 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ACI Committee 232, *Report on the Use of Fly Ash in Concrete*, American Concrete Institute, 2018
- [2] Sumarna, R. M. S., & Walujodjati E., "Pengaruh Fly Ash Terhadap Permeabilitas Beton, jurnal kontruksi", vol. 19, no. 1. pp. 251- 262, 2021.
- [3] Putri, N. F. R. A., "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, 2023.
- [4] Prasetyo, A., "Pengaruh Fly Ash pada Batako terhadap Kuat Tekan, Peyerapan Air, dan Redaman Suhu", Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2022.
- [5] Sulistyowati, N. A., "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, 2018.

-
- [6] Budi, A.S., Safitri E., Kuncoro F. B., "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, 2021.
- [7] Mira Setiawati, Muhammad Imaduddin, "Fly Ash Sebagai Bahan Pengganti Semen Pada Beton", Jurnal Teknik Sipil, vol.5, no. 4, pp. 295-302, 2018.
- [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] Maulana, D. H., Wahyudie I. A., Erwansyah, "Pengaruh Fly Ash Terhadap Densitas Dan Kuat Tekan Bata Ringan", Jurnal Inovasi Teknologi Terapan, vol. 1, no. 2, pp. 486-490, 2023.