



Penggunaan *Fly Ash* sebagai Material Bata Beton untuk Meningkatkan Daya Peredaman Panas pada Ruangan

Robert Napitupulu¹, Andreas Chardova², Zaldy Kurniawan³
^{1,2,3} Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat
Email : rnapitupulu77@gmail.com

Received: 19 November 2024; Received in revised form: 28 November 2024; Accepted: 20 Desember 2024

Abstract

The use of fly ash as an additive for concrete bricks has a positive impact on the environment, in addition to reducing environmental pollution. Fly ash has a silicate content that is similar to cement, the addition of fly ash to the concrete brick mixture can be a good mineral additive for concrete bricks because fly ash contains silica which is binding. This study aims to determine the effect of fly ash waste as an additive on heat reduction and to determine the highest and lowest composition values for the addition of fly ash waste to concrete bricks in order to reduce heat. The method used in this study is the full factorial method with process variables of fly ash: sand 10%: 60%, 20%: 50%, 30%: 40% and drying time of 3 and 5 days, and a heat reduction test was carried out as a response observed with a total of 6 specimens and 3 replications for each specimen. Based on the research results obtained, it shows that specimens with fly ash: sand 30%: 40% with a drying time of 5 days get the highest value of 6.6°C. while fly ash: 10% sand: 60% with a drying time of 3 days obtained the lowest value of 4°C.

Keywords: bricks, fly ash, heat insulation, sand, cement.

Abstrak

Pemanfaatan *fly ash* sebagai bahan tambah bata beton memberikan dampak positif terhadap lingkungan, selain mengurangi pencemaran lingkungan. *Fly ash* memiliki kandungan silikat yang kemiripan seperti semen, penambahan *fly ash* pada campuran bata beton bisa menjadi bahan tambah mineral yang baik untuk bata beton karena *fly ash* tersebut mengandung silika yang bersifat mengikat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh limbah *fly ash* serta mengetahui nilai komposisi yang tertinggi dan terendah untuk penambahan limbah *fly ash* terhadap bata beton agar dapat meredam panas. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *full faktorial* dengan variabel proses *fly ash* : pasir 10% : 60%, 20% : 50%, 30% : 40% dan lama pengeringan 3 dan 5 hari, dan dilakukan uji peredaman panas sebagai respon yang diamati dengan jumlah 6 spesimen dan 3 kali replikasi pada setiap spesimen. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa spesimen dengan *fly ash* : pasir 30% : 40% dengan waktu pengeringan 5 hari mendapatkan nilai tertinggi sebesar 6,6°C. sedangkan *fly ash* : pasir 10% : 60% dengan waktu pengeringan 3 hari mendapatkan nilai terendah sebesar 4°C.

Kata kunci: bata beton, *fly ash*, Peredaman panas, pasir, semen.

1. PENDAHULUAN

Energi alternatif yang digunakan oleh industri berupa batu bara semakin meningkat karena harganya yang lebih murah dibandingkan menggunakan energi dari minyak bumi. Batu bara banyak digunakan dalam industri karena lebih menguntungkan dibandingkan minyak bumi. Meningkatnya penggunaan batu bara telah menjadi permasalahan terbesar bagi lingkungan, khususnya limbah yang dihasilkan dari pembakaran batu bara. Salah satu limbah yang diproduksi melalui pembakaran batu bara adalah *fly ash* yang menjadi permasalahan terbesar bagi lingkungan akibat kurangnya pengelolaan terhadap kedua limbah tersebut. Terdapat dua industri di Bangka Belitung yang menggunakan batu bara sebagai sumber energinya, yaitu pembangkit listrik. Di Bangka Belitung terdapat 2 Perusahaan yang menghasilkan limbah *fly ash* dari pembakaran batubara yaitu PT. Timah dan PLTU. Berbagai pihak telah

berupaya keras untuk memanfaatkan limbah *fly ash* sebagai solusi pengurangan pencemaran lingkungan secara berkelanjutan.

ACI (American Concrete Institute) Committee 232 [1] menjelaskan, bahwa material *fly ash* terdiri dari agregat yang relatif halus yang melewati saringan no. 325 (45 milimicrons) 5-28%, yang berat jenis antara 2,2-2,9 dan warna hitam keabu-abuan. sifat unsur yang terkandung pada *fly ash* yaitu silika dan aluminium oksida yang memiliki kandungan 80%. Dengan karakter unsur yang serupa, *fly ash* merupakan salah satu limbah yang bisa digunakan menjadi material substitusi agar dapat menurunkan kandungan semen pada produksi bata beton. Penggunaan *fly ash* yang dicampurkan pada bata beton dapat menjadi material tambahan mineral yang bagus untuk bata beton karena *fly ash* memiliki kandungan silika sebagai kandungan pengikat. Jika digunakan sebagai bahan tambahan sebagian pengganti pasir pada bata beton, *fly ash* juga dapat menutupi agregat kasar yang dihasilkan dari penggunaan pasir, sehingga menghasilkan balok beton dengan kualitas yang lebih baik dibandingkan bata beton tradisional. Pada Gambar 1. Menunjukkan limbah *fly ash*.



Gambar 1. *Fly Ash*

Prasetyo [2] berdasarkan hasil penelitian dengan judul “Pengaruh penggunaan *fly ash* pada bata beton terhadap kuat tekan, daya serap air, dan redaman suhu.”. Pada hasil penelitian ini pengujian kuat tekan tertinggi bata beton dicapai dengan penggunaan *fly ash* sebanyak 7%, dimana nilai kuat tekan tertinggi sebesar 99 kg/cm². Nilai penyerapan air terbaik dicapai pada bata bata dengan penambahan *fly ash* 9% dengan nilai penyerapan air sebesar 7,51, sedangkan nilai redaman temperatur terbaik dicapai pada bata beton dengan penambahan *fly ash* 9%. penambahan *fly ash* sebesar 9% dengan nilai redaman suhu sebesar 11,5 °C.

Fikri [3] dalam penelitian serupa yang berjudul “Pengaruh Pemanfaatan Limbah *Fly Ash* dan Karbida Terhadap Sifat Bata Beton”. 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.

Iman [4] pada penelitian dengan judul “Studi *Geopolimer Fly Ash*: Serbuk Kayu Sebagai Material Dinding Penurun Suhu Panas”. Penelitian ini menggunakan abu terbang, serbuk kayu dan larutan pengaktif basa (NaOH dan Na₂SiO₃). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggantian serbuk kayu pada benda uji dapat menurunkan panas. hasil pengujian yang dilakukan terhadap 4 (empat) benda uji yang diperiksa, varian 10% paling baik dalam meredam panas, dan penggantian serbuk kayu 10% mempunyai perbedaan suhu yang besar dibandingkan dengan benda uji normal (debu kayu 0%).

Putri [5] dari penelitian yang didapatkan yang berjudul “Penambahan *fly ash* pada produksi bata beton pengepres sekam padi dan dampaknya terhadap aspek pengerjaan, harga pembuatan dan peredaman termal”. Hasil uji kuat tekan varian ini yang dihasilkan 29,583 kg/cm² sehingga sesuai dengan standar SNI dan lebih tinggi jika membandingkan dengan bata beton produk *Falcons*. Massa volumetrik dengan rata-rata nilai 1255,3 kg/cm³, dengan hasil serapan air sebesar 19,04% dan nilai peredaman termal 10,9 °C. Harga penjualan batu bata sekam padi *fly ash* lebih murah 26% dibandingkan penjualan

bata produk *Falcons*. Hal ini menjelaskan bahwa penggunaan *fly ash* pada bata sekam padi dapat sangat menguntungkan dalam menekan harga pembuatan.

Ghifari [6] dari penelitian yang berjudul "Pengaruh penurunan komposisi sekam padi pada material konstruksi bata beton sekam padi diteliti dari aspek pembuatan dan redaman suhu ". Diperoleh hasil penelitian menunjukkan batu bata sekam padi paling optimal dari segi teknis, sekam padi varian II dengan perbandingan pencampuran 1 semen : 1 *fly ash* : 3 sekam padi. Kuat tekan yang dihasilkan sebesar 28,464 kg/cm², nilai serapan air sebesar 15,471% dan berat volumetrik sebesar 1314,066 kg/m³ sehingga tergolong bata ringan. Bata ringan merk *BlessCon* mempunyai hasil kuat tekan dengan nilai 27,09 kg/cm², dengan serapan air bernilai 27,498% dan massa jenis sebesar 742,424 kg/m³. Batako sekam padi varian V dengan perbandingan pencampuran 1 semen : 1 *fly ash* : 6 sekam padi mempunyai nilai insulasi termal terbaik yakni 17,69 °C.

Dari beberapa uraian penelitian yang sudah dilakukan terkait pemanfaatan limbah *fly ash* terdapat kandungan silika yang merupakan kandungan yang sulit terbakar saat proses pembakaran batu bara. Sehingga berpotensi sebagai bahan alternatif pada bata beton untuk meningkatkan daya peredaman panas serta memberi kenyamanan dalam ruangan . Dengan ketersediaan *fly ash* yang banyak di Bangka Belitung, sehingga mudah dalam mendapatkan bahan bakunya.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan limbah alternatif berupa *fly ash* dengan variabel proses 2 faktor yaitu *fly ash* : pasir 10% : 60%, 20% : 50%, 30% : 40% dan lama pengeringan 3 dan 5 hari, sedangkan untuk variabel respon dilakukan uji peredaman panas. Penelitian ini menggunakan metode *full faktorial* pada perancangan penelitian [7][8].

Perancangan dalam penelitian ini menggunakan metode *full faktorial* yang ditentukan melalui variabel proses, dengan menggunakan 3 kali replikasi pada setiap spesimen. Tabel 1 merupakan perancangan *full faktorial* pada penelitian ini.

Tabel 1. Perancangan Penelitian *Full Faktorial*

No.	<i>Fly Ash</i> : Pasir	Lama Pengeringan	Jumlah Spesimen
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

2.1 Alat dan Bahan

Bahan dan peralatan yang digunakan pada penelitian ini yaitu: *fly ash*, pasir, semen, air. Sedangkan untuk peralatan yang digunakan antara lain : ayakan pasir, cetakan, *mixer*, timbangan digital, *termogun* digital, lampu tembak 500 watt.

2.2 Proses Pembuatan Spesimen

Pada pembuatan spesimen/sampel penelitian ini, dilakukan beberapa langkah untuk mendapatkan kualitas spesimen yang baik, diantaranya:

1. Pengayakan pasir untuk memisahkan agregat kasar dan halus.
2. Timbang setiap bahan sesuai dengan berat yang sudah ditentukan.
3. Campur semua bahan yang sudah ditimbang menggunakan *mixer* selama 5 menit untuk mendapatkan hasil yang maksimal.
4. Masukkan hasil campuran ke dalam cetakan.
5. Lakukan penekanan pada alat cetak untuk mendapatkan hasil spesimen yang padat.
6. Setelah spesimen dilakukan penekanan, lepaskan spesimen dari alat cetak.
7. Keringkan spesimen selama 3 dan 5 hari.
8. Spesimen siap untuk dilakukan pengujian.

2.3 Proses Pengujian

Pengujian menggunakan lampu tembak 500 watt sebagai sumber panas dalam pengujian, dengan dilakukan beberapa tahap pengujian sebagai berikut :

1. Persiapkan alat-alat yang digunakan pada pengujian seperti : lampu tembak dan *termogun* digital.
2. Hidupkan lampu tembak sebagai pemanas spesimen.
3. Pemanasan dengan menggunakan lampu sorot dilakukan selama 30 menit dengan jarak 50 cm.

Pada Gambar 2. menunjukkan proses pengujian pada spesimen terhadap uji peredaman panas yang dilakukan.



Gambar 2. Proses Pengujian Peredaman Panas.

2.4 Pengambilan Data Pengujian

Setelah spesimen dilakukan pemanasan selama 30 menit dengan jarak 50 cm, tahap selanjutnya akan dilakukan pengambilan data untuk mengetahui daya peredaman panas pada setiap spesimen, berikut langkah-langkah pengambilan data pengujian:

1. lakukan pengecekan suhu menggunakan *termogun* pada sisi bagian luar / sisi yang terpapar panas.
2. Lakukan Pengecekan suhu menggunakan *termogun* pada sisi bagian dalam / sisi yang tidak terpapar panas.
3. Lakukan penulisan data pada setiap spesimen yang di uji.

2.5 Analisa Hasil Pengujian

Setelah memperoleh data dari hasil pengujian, tahap selanjutnya akan dilakukan analisa yang bertujuan untuk mengetahui komposisi penggunaan *fly ash* yang baik untuk meredam suhu ruangan, dan juga untuk mengetahui pengaruh penggunaan *fly ash* pada setiap spesimen.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengujian dan pengumpulan data, diperoleh hasil pengujian peredaman panas dengan jumlah spesimen sebanyak 6 buah dengan masing-masing 3 kali replikasi. Berikut hasil pengujian peredaman panas yang dapat dilihat pada Tabel 2. untuk hasil dari pengujian suhu luar sedangkan pada tabel 3. merupakan hasil pengujian dari suhu dalam pada spesimen.

Tabel 2. Hasil Pengujian Suhu Luar

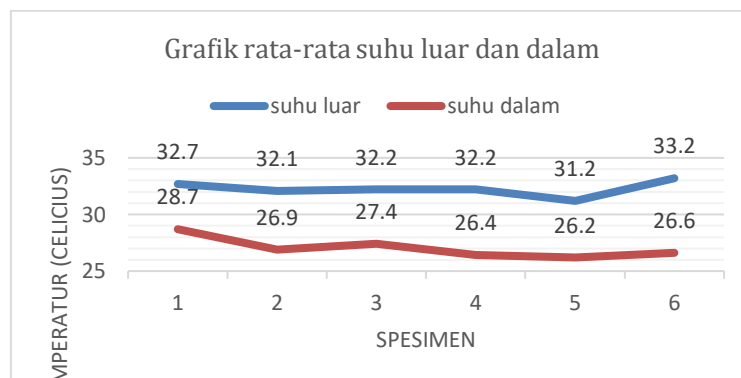
Spesimen	Replikasi			Mean
	1	2	3	
1	30,8	33,5	33,8	32,7
2	32,3	32,4	31,7	32,1
3	31,5	32,2	32,9	32,2
4	32,4	33,2	31,1	32,2
5	31,0	31,8	30,8	31,2
6	33,1	33,5	33,1	33,2

Tabel 3. Hasil Pengujian Suhu Dalam

Spesimen	Replikasi			Mean
	1	2	3	
1	27,1	28,3	30,8	28,7
2	26,9	27,0	26,9	26,9
3	27,1	27,0	28,2	27,4
4	26,3	26,9	26,2	26,4
5	26,6	26,1	26,0	26,2
6	27,3	26,4	26,3	26,6

Dari hasil pengujian yang sudah dilakukan menunjukkan untuk hasil suhu luar/sisi terpapar panas tertinggi terdapat pada spesimen no. 6 sebesar 33,2°C dengan penggunaan 30% *fly ash* : 40% pasir dengan melakukan pengeringan selama 3 hari, sedangkan untuk suhu luar/sisi terpapar panas terendah terdapat pada spesimen no. 5 sebesar 31,2°C dengan penggunaan 20% *fly ash* : 50% dengan lama pengeringan selama 5 hari. [9] Hal ini disebabkan semakin lama spesimen dikeringkan maka suhu yang diterima semakin tinggi, dikarenakan kelembab pada struktur dalam sangat kurang sehingga permukaan luar yang terpapar panas menerima lebih tinggi suhu panas.

Untuk hasil pengujian yang sudah dilakukan untuk hasil suhu dalam/sisi tidak terpapar panas tertinggi terdapat pada spesimen no. 1 sebesar 28,7°C dengan penggunaan 10% *fly ash* : 60% pasir dengan lama pengeringan 3 hari, sedangkan untuk untuk suhu dalam/sisi terpapar panas terendah didapatkan pada spesimen no. 6 sebesar 26,6°C dengan lama pengeringan 5 hari. [10] Hal ini disebabkan karena penggunaan *fly ash* yang semakin banyak menciptakan struktur porositas pada struktur dalam spesimen, sehingga suhu yang panas yang diterima diredam dengan lebih baik lagi.



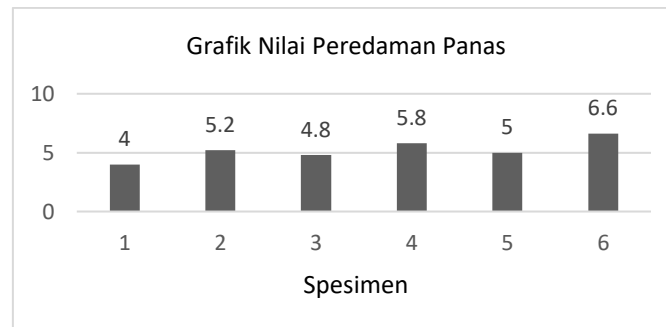
Gambar 3. Grafik Rata-Rata Suhu Luar dan Dalam

Untuk menentukan spesimen yang paling baik dalam peredaman panas, maka hasil rata-rata dari Tabel 2 dan Tabel 3 dikurangkan untuk melihat selisih suhu luar dan dalam. Tabel 4 menunjukkan selisih rata-rata suhu luar dan dalam.

Tabel 4. Selisih Rata-Rata Suhu Luar dan Dalam

Spesimen	Selisih
1	4
2	5,2
3	4,8
4	5,8
5	5
6	6,6

Data tersebut dibuat dalam bentuk grafik untuk memudahkan melihat tinggi redahnya nilai peredaman panas pada setiap spesimen. Gambar 4. Menunjukkan grafik nilai peredaman panas.



Gambar 4. Grafik Nilai Peredaman Panas

Pada Tabel 4 dan Gambar 4 menunjukkan nilai peredaman panas tertinggi sebesar 6,6°C pada spesimen no. 6 dengan penggunaan 30% *fly ash* : 40% pasir dengan dilakukan 5 hari pengeringan pada spesimen. Sedangkan untuk nilai peredaman panas terendah sebesar 4°C pada spesimen no. 1 dengan penggunaan 10% *fly ash* : 60% pasir dengan lama pengeringan 3 hari.

Analisa pada hasil data pengujian menunjukkan bahwa spesimen no. 6 dengan campuran 30% *fly ash* : 40% pasir, yang dikeringkan selama 5 hari, menghasilkan peredaman suhu terbaik dengan rata-rata selisih suhu luar dan dalam sebesar 6,6 °C. [10][11] Kandungan *fly ash* yang lebih tinggi menciptakan struktur internal dengan pori-pori lebih besar, [9] sementara waktu pengeringan 5 hari memastikan pengeringan dan pengerasan yang optimal, memungkinkan spesimen ini meredam panas lebih efektif dibandingkan spesimen lainnya.

Sedangkan nilai uji terendah diperoleh pada spesimen no. 1 dengan campuran 10% *fly ash* : 60% pasir yang dikeringkan selama 3 hari, dengan rata-rata selisih suhu luar dan dalam sebesar 4 °C. [10][11] Penggunaan *fly ash* yang rendah mengakibatkan struktur internal dengan pori-pori kecil, sehingga *fly ash* tidak maksimal dalam meredam suhu. [9] Selain itu, waktu pengeringan 3 hari mengurangi pengikatan dan pengerasan material semen, sehingga struktur internal tetap lebih basah dan proses pengeringan kurang optimal.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, Nilai peredaman panas tertinggi terdapat pada *fly ash* : pasir 30% : 40% dan lama pengeringan selama 5 hari sebesar 6,6 °C. Sedangkan nilai terendah terdapat pada *fly ash* : pasir 10% : 60 % dalam lama pengeringan selama 3 hari sebesar 4°C. Berdasarkan SNI 03-6572-2001, hasil penelitian menunjukkan bahwa bata beton dengan bahan tambah berupa *fly ash* dapat digunakan sebagai bahan peredaman panas karena sudah memenuhi standar yang diinginkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Kartika H. Obla, Robert E. Neal, Michael D. A. Thomas, Lawrence L. Sutter, *Report on the Use of Fly Ash in Concrete* [Online], *Ameciran Concrete Institute (ACI) Committee 232*, 2018, Available : <https://www.concrete.org/publications/internationalconcreteabstractsportal/m/details/id/51702385>
- [2]. Andrian Prasetyo, *Pengaruh Penggunaan Fly Ash dan Limbah Karbit Terhadap Katarestik Batako*, Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia, 2022.
- [3]. Abhinaya Fikri Fauzan, *Pengaruh Penggunaan Fly Ash dan Limbah Karbit Terhadap Katarestik Batako*, Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia, 2023.
- [4]. Muh. Ichwanul Iman I., *Studi Geopolimer Fly Ash-Serbuk Kayu Sebagai Material Dinding Peredaman Suhu Panas*, Makassar : Universitas Hasanuddin, 2021.
- [5]. Nurul Fitma Ratih Arifin Putri, *Penambahan Fly Ash Pada Pembuatan Bata Press Sekam Padi Terhadap Aspek Teknis, Biaya Produksi, Serta Peredaman Panas*, Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia, 2023.
- [6]. Alvi Raffasya Ghifari, *Pengaruh Pengurangan Proposi Sekam Padi Pada Bahan Susum Batako Sekam Padi Ditinjau Dari Aspek Teknis, Redaman Panas, dan Biaya Produksi*, Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia, 2022.

-
- [7]. Douglas C. Montgomery, *Design and analysis of experiments* [Online], Arizona State University, 2022, Available : https://www.researchgate.net/publication/361342853_Design_and_Analysis_of_Experiments
- [8]. Sangkot Nasution, "Variabel Penelitian", *Jurnal Raudhah*, vol. 5, no. 2, pp. 1-9, 2017.
- [9]. Muhammad Nur Rohman, Pengaruh Lama Pengeringan dan Volume Larutan *Graphene Oxide* Berbahan dasar Abu Sekam Padi terhadap Kuat Tekan dan Porositas Bata Ringan jenis *Cellular Lightweight Concrete*, Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta, 2018.
- [10]. Irzal Agus, Surlanti, "Pemanfaatan Abu Batu Bara (Fly Ash) Pada Beton", *Jurnal Media Inovasi Teknik Sipil Unidayan*, vol. 9, no. 2, pp. 89-95, 2020.
- [11]. Parmin Lumbantoruan, Heru Prasetio, Rahmawati, "Kemampuan Variasi Campuran Sekam Padi Pada Batako Terhadap Peredaman Suhu", *Jurnal Deformasi Universitas PGRI Palembang*, vol. 7, no. 2, pp. 175-183, 2022.