

PEMANFAATAN LIMBAH *FLY ASH* UNTUK BAHAN TAMBAH PEMBUATAN BATU BATA RINGAN

¹⁾, Anggy Guspita Mega Putri Yemima²⁾, Fachriza Noor Abdi²⁾, ³⁾ Budi Haryanto

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Jl.Sambaliung No.9
Kampus Gunung Kelua, Samarinda
e-mail: anggyguspita@gmail.com

²Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Jl.Sambaliung No.9
Kampus Gunung Kelua, Samarinda
e-mail: fnabdi@ft.unmul.ac.id

³Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Jl.Sambaliung No.9
Kampus Gunung Kelua, Samarinda
e-mail: haryb7951@gmail.com

Abstrak

Di Indonesia penggunaan limbah *fly ash* masih kurang optimum. *Fly ash* dapat digunakan sebagai *filler* karena ukuran partikel yang sangat lembut sehingga dapat sebagai pengisi rongga antar agregat. Salah satu cara dalam mengatasi masalah tersebut yaitu dengan menggunakan kembali limbah *fly ash* pada pembuatan bata ringan *Cellular Lightweight Concrete (CLC)*.

Berkaitan dengan hal tersebut, diadakan penelitian yang menggunakan limbah *fly ash* sebagai bahan tambah pada campuran bata ringan dengan variasi sebesar 15%, 30%, 45%, 60% dan variasi 0% sebagai koefisien pembanding terhadap berat semen. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengujian kuat tekan dengan dimensi benda uji 5 cm x 5 cm x 5 cm; pengujian kuat tarik belah dengan dimensi benda uji berdiameter 10 cm dan tinggi 20 cm; dan pengujian kuat tarik belah dengan dimensi benda uji 40 cm x 40 cm x 5 cm pada waktu 28 hari.

Hasil dari pengujian pada penelitian ini yaitu kuat tekan tertinggi berada pada variasi 15% dengan nilai rata-rata 8,73 MPa; nilai kuat tarik belah tertinggi berada pada variasi 15% dengan nilai rata-rata 0,53 MPa dan untuk nilai permeabilitas tertinggi berada pada variasi 0% dengan nilai 0,164 mm/menit. Berdasarkan hasil tersebut, maka penambahan *fly ash* pada pembuatan benda uji sangat berpengaruh terhadap hasil pengujian kuat tekan, kuat tarik belah dan permeabilitas.

Kata Kunci: *Fly ash*, bata ringan, kuat tekan, kuat tarik belah dan permeabilitas.

Abstract

In Indonesia, the use of waste fly ash is still not optimal. Fly ash can be used as a filler because the particle size is very soft so it can be used as a filler for voids between aggregates. One way to overcome this problem is to reuse fly ash waste in the manufacture of Cellular Lightweight Concrete (CLC) lightweight bricks.

In this regard, a study was conducted using fly ash as an added material to a mixture of lightweight bricks with variations of 15%, 30%, 45%, 60% and 0% variation as a comparison coefficient of cement weight. The tests carried out in this study were compressive strength testing with the dimensions of the test object 5 cm x 5 cm x 5 cm; split tensile strength test with the dimensions of the test object with a diameter of 10 cm and a height of 20 cm; and split tensile strength test with the dimensions of the specimen 40 cm x 40 cm x 5 cm at 28 days.

The results of the tests in this study were the highest compressive strength was at a variation of 15% with an average value of 8.73 MPa; The highest split tensile strength value is in the 15% variation with an average value of 0.53 MPa and the highest permeability value is in the 0% variation with a value of 0.164 mm/minute. Based on these results, the addition of fly ash in the manufacture of test specimens greatly affects the results of testing compressive strength, split tensile strength and permeability.

Keywords: Fly ash, lightweight brick, compressive strength, split tensile strength and permeability.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Saat ini penggunaan bata ringan sudah banyak digunakan sebagai pengganti bata merah. Selain memiliki berat yang lebih ringan dari pada bata merah, bata ringan juga mempunyai dimensi yang lebih besar sehingga mempercepat proses pemasangannya.

Terdapat dua jenis bata ringan yaitu: Bata ringan CLC (*Cellular Lightweight Concrete*) dan AAC (*Autoclaved Aerated Concrete*). Keduanya dibedakan berdasarkan proses pengeringan.

Di Indonesia penggunaan *fly ash* masih kurang optimum. *Fly ash* dapat digunakan sebagai *filler* karena ukuran partikel yang sangat lembut sehingga dapat sebagai pengisi rongga antar agregat. Alasan dipilihnya *fly ash* sebagai bahan tambah pembuatan bata ringan adalah karena *fly ash* merupakan limbah yang memiliki kandungan oksida logam berat yang dapat mencemari lingkungan, berpengaruh pada kesehatan, serta dapat membahayakan kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya. Sehingga *fly ash* memerlukan pengelolaan agar dapat mengurangi dampak buruk yang dihasilkan.

Melihat persoalan yang terjadi, maka perlu diperjelas mengenai manfaat penggunaan limbah *fly ash* khususnya di bidang konstruksi. Berdasarkan hal tersebut, maka perlu adanya penelitian mengenai pemanfaatan *fly ash* atau limbah batu bara hasil pembakaran di bidang konstruksi dengan judul "Pemanfaatan Limbah *Fly Ash* untuk Pembuatan Batu Bata Ringan".

Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui komposisi bahan yang tepat pada campuran bata ringan dengan bahan tambah limbah *fly ash*.
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan *fly ash* terhadap kuat tekan, kuat tarik belah dan permeabilitas pada bata ringan.

TINJAUAN PUSTAKA

Fly Ash

Pada umumnya penggunaan batubara sebagai bahan bakar menghasilkan limbah *fly ash* dan *bottom ash* yang cukup banyak jumlahnya dikarenakan batubara digunakan sebagai bahan bakar secara rutin. Dengan demikian limbah *fly ash* dan *bottom ash* ini banyak tertimbun di dalam pabrik dan harus di buang pada waktu dan lokasi tertentu secara bertahap dikarenakan jumlahnya yang terus bertambah.

Menurut ASTM, 1955:304, abu terbang (*fly ash*) diartikan sebagai butiran halus residu pembakaran batu bara.

Bata Ringan

Bata ringan dikenal ada dua jenis: *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC) dan *Cellular lightweight Concrete* (CLC). Bata ringan AAC dan CLC dibedakan berdasarkan proses pengeringan. Bata ringan AAC mengalami pengeringan dengan menggunakan *oven autoclave* bertekanan tinggi. Bata Ringan CLC mengalami pengeringan melalui proses alami.

Campuran dari CLC antara lain semen, pasir, air dan *foam* khusus di mana begitu campuran mengeras dapat menghasilkan bata ringan dengan gelembung udara yang konsisten dan terdistribusi merata. CLC memiliki densitas antara 600 kg/m³ hingga 1800 kg/m³ (Tjokrodimulyo, 1996).

Foam Agent

Foam agent dibuat dengan mencampurkan bahan-bahan kimia yang mempunyai sifat sebagai pengembang.

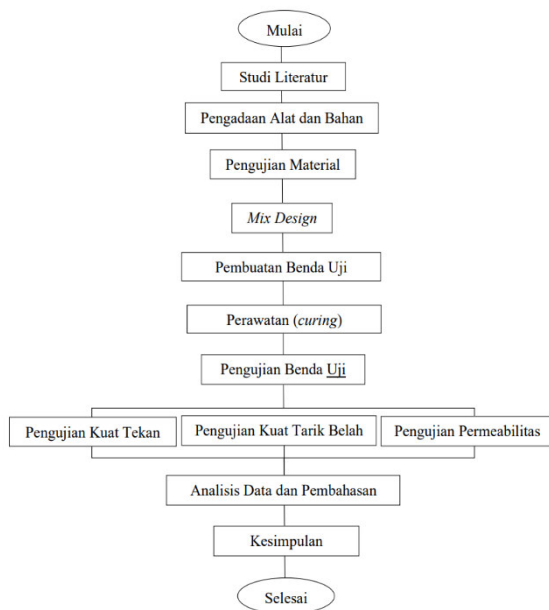
Tujuan dari penggunaan *foam agent* pada pembuatan bata ringan yaitu agar dapat menambah volume bata ringan namun tetap dapat mengurangi bobot bata itu sendiri.

METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yaitu dengan memanfaatkan *fly ash* pada bata ringan CLC (*Celullar Lightweight Concrete*) dengan campuran bahan pengikat (semen portland), agregat halus (pasir) dan *foam agent* sesuai dengan variasi yang telah ditentukan sebelumnya. Pembuatan bata ringan menggunakan komposisi dari beberapa referensi jurnal yang telah ada.

Bata ringan yang dibuat mengikuti kebutuhan pengujian kuat tekan, pengujian kuat tarik belah dan pengujian permeabilitas. Pada penelitian kali ini bata ringan yang dibuat untuk pengujian kuat tekan berbentuk persegi dengan ukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm; untuk pengujian permeabilitas berbentuk pelat dengan ukuran 40 cm x 40 cm x 5 cm; untuk pengujian kuat tarik belah berbentuk silinder dengan ukuran diameter 10 cm dan tinggi 20 cm.

Pengujian benda uji bata ringan dilakukan setelah umur bata ringan 28 hari. Total sampel bata ringan yang dibuat sebanyak 35 buah, setiap komposisi perbandingan terdiri dari 15 sampel untuk pengujian kuat tekan, 15 sampel untuk pengujian kuat tarik belah dan 5 sampel untuk pengujian permeabilitas. Diagram alir dapat dilihat pada Gam



Gambar 1 Diagram Alir

Pengujian Benda Uji

• Pengujian Permeabilitas

Permeabilitas adalah kemudahan cairan atau gas dalam melewati beton. Permeabilitas dipengaruhi oleh porositas beton. Faktor utama yang menentukan permeabilitas beton adalah faktor air semen dari campuran beton. Air berguna untuk menambah kelecakan 26 beton sehingga tidak mudah retak. Air yang diperlukan untuk hidrasi adalah sangat sedikit sehingga sisanya akan menguap. Rumus pengujian permeabilitas menurut ASTM C 1701 adalah seperti yang diperlihatkan pada Persamaan 1.

$$I = KM / (D \times D) \times T \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

I = Laju Infiltrasi (mm/jam)

D = Diameter bagian dalam ring (30 mm)

T = Waktu yang diperlukan untuk meloloskan air (detik)

M = Massa air (kg)

K = Konstanta dengan nilai 4.583.666.000 ((mm²/detik)/(kg/jam))

• Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan merupakan salah satu parameter yang menunjukkan besarnya beban persatuan luas yang menunjukkan besarnya beban persatuan luas yang mengakibatkan benda uji hancur oleh gaya tekan dengan beban tertentu (SNI 03-1974-1990). Rumus pengujian kuat tekan menurut SNI SNI 03-6825-2002 adalah seperti yang diperlihatkan pada Persamaan 2.

$$f'c = P / A \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

f'c = Kuat tekan beton (MPa)

P = Beban maksimum (kN)

A = Luas permukaan benda uji (m²)

• Pengujian Kuat Tarik Belah

Pengujian kuat tarik belah dilakukan dengan memberikan tegangan tarik pada benda uji. Rumus pengujian permeabilitas menurut SNI 03-2491-2002 adalah seperti yang diperlihatkan pada Persamaan 3.

$$F_{ct} = 2P/LD \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

- F_{ct} = Kuat tarik belah (N/m²)
- P = Beban pada waktu belah (N)
- L = Panjang benda uji silinder (m)
- D = Diameter benda uji silinder (m)

HASIL DAN ANALISIS

Sebelum proses pembuatan benda uji bata ringan, pertama-tama dilakukan perancangan campuran pengujian (*mix design*). Proses ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik bahan yang akan digunakan dalam pembuatan benda uji, sehingga pada saat penyusunan campuran desain hasil yang didapatkan bisa mencapai kekuatan sesuai rencana.

- Hasil Pengujian Bobot Isi

Pada penelitian ini dilakukan pengujian bobot isi pada usia 28 hari. Pengujian bobot isi dilakukan di Laboratorium Rekayasa Sipil Universitas Mulawarman. Hasil pengujian bobot isi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Bobot Isi

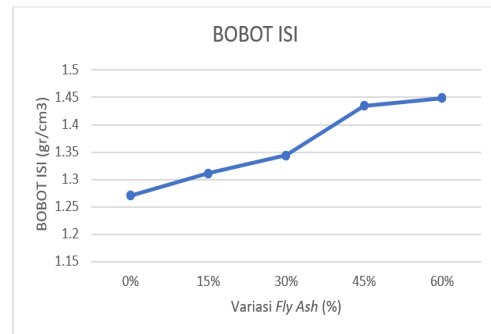
Variasi fly ash		Berat	Volume	Bobot Isi	Rata-rata	Keterangan
		gr	cm ³	gr/cm ³	gr/cm ³	
0%	1	2524.5	1899.7	1.329	1.270	OKE
	2	2317.6	1899.7	1.220		
	3	2397.1	1899.7	1.262		
15%	1	2441.7	1899.7	1.285	1.311	OKE
	2	2601.7	1899.7	1.370		
	3	2426.9	1899.7	1.278		
30%	1	2708	1899.7	1.425	1.344	OKE
	2	2422	1899.7	1.275		
	3	2530	1899.7	1.332		
45%	1	2624.6	1899.7	1.382	1.435	OKE
	2	2672.5	1899.7	1.407		
	3	2878.5	1899.7	1.515		
60%	1	2760.5	1899.7	1.453	1.448	OKE
	2	2700.4	1899.7	1.421		
	3	2792.3	1899.7	1.470		

Mengacu pada buku Teknologi Beton (1996), dengan nilai bobot isi tertinggi pada umur 28 hari yaitu 1,448 kg/cm³, maka bata ringan dengan bahan tambah *fly ash* termasuk kedalam kategori bata ringan dengan batasan nilai bobot isi 600-1800 kg/m³.

- Hasil Pengujian Kuat Tekan

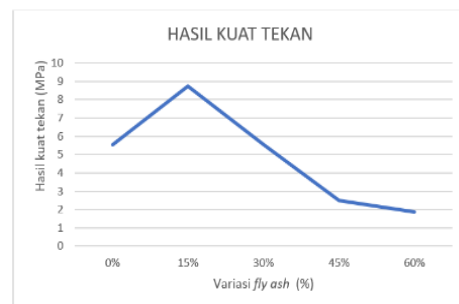
Dari hasil perancangan campuran pengujian kuat tekan didapatkan hasil pengujian seperti yang diperlihatkan pada Tabel 2.

Gambar 2. Grafik Bobot Isi



Tabel 2. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Variasi Fly Ash (%)	No.	Beban (kN)	Hasil Kuat Tekan (MPa)	Rata-Rata	Keterangan
0%	1	12	4,76	5,29	oke
	2	13	5,16		
	3	15	5,95		
15%	1	19	7,54	8,86	oke
	2	23	9,12		
	3	25	9,92		
30%	1	18	7,14	6,21	oke
	2	13	5,16		
	3	16	6,35		
45%	1	6	2,38	2,78	tidak oke
	2	7	2,78		
	3	8	3,17		
60%	1	5	1,98	1,59	tidak oke
	2	4	1,59		
	3	3	1,19		



Gambar 3. Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan

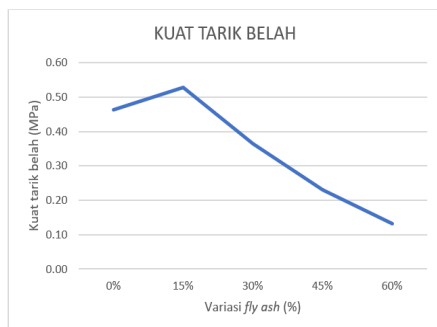
- Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah

Penelitian ini melakukan pengujian kuat tarik belah dengan benda uji berbentuk silinder

dengan ukuran diameter 10 cm dan tinggi 20 cm pada usia 28 hari. Hasil kuat tarik belah dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah

Variasi Fly Ash		Beban (kN)	MPa	Rata-rata
(%)	No. Sampel			
0	1	5	0,50	0,46
	2	5	0,50	
	3	4	0,40	
15	1	5	0,50	0,53
	2	6	0,60	
	3	5	0,50	
30	1	5	0,50	0,36
	2	3	0,30	
	3	3	0,30	
45	1	2	0,20	0,23
	2	2	0,20	
	3	3	0,30	
60	1	2	0,20	0,13
	2	1	0,10	
	3	1	0,10	



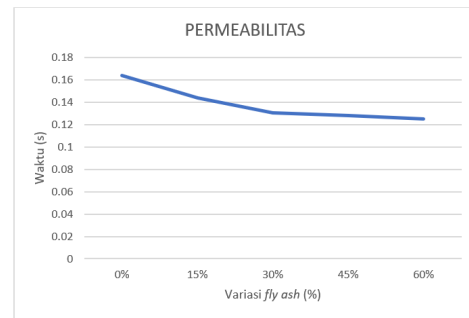
Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah

• Hasil Pengujian Permeabilitas

Penelitian ini melakukan pengujian permeabilitas dengan benda uji berbentuk pelat dengan ukuran 40 cm x 40 cm x 5 cm pada usia 28 hari. Hasil pengujian permeabilitas dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Permeabilitas

Variasi fly ash (%)	Massa Air (kg)	Waktu (detik)	Nilai Permeabilitas (mm/menit)
0	0,5	2583,6	0,164
15	0,5	2943,6	0,144
30	0,5	3255,6	0,130
45	0,5	3306	0,128
60	0,5	3396	0,124

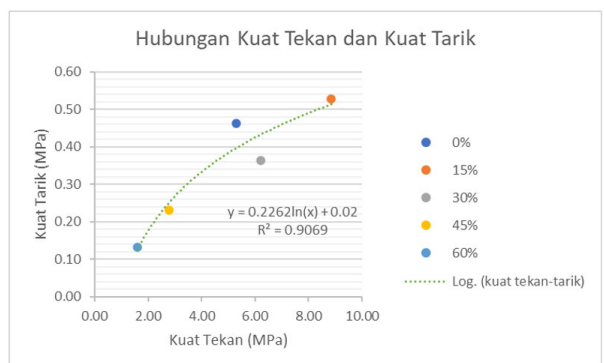


Gambar 5. Grafik Hasil Pengujian Permeabilitas

• Hubungan Kuat Tekan dengan Kuat Tarik Belah

Tabel 5. Hubungan Kuat Tekan dengan Kuat Tarik Belah

No.	Variasi fly ash	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tarik Belah (MPa)	Perbandingan Kuat Tarik Belah dan Kuat Tekan (%)	Hubungan Kuat Tarik Belah/Kuat Tekan
1.	0%	5,69	0,46	8,75	0,20
2.	15%	8,73	0,53	5,97	0,18
3.	30%	5,55	0,36	5,85	0,15
4.	45%	2,51	0,23	8,33	0,14
5.	60%	1,85	0,13	6,95	0,10



Gambar 6. Grafik Hubungan Kuat Tekan dengan Kuat Tarik Belah

Berdasarkan Tabel 5 dan Gambar 6, didapatkan data hasil pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah bata ringan pada umur 28 hari. Syarat perbandingan kuat tarik belah bata ringan terhadap kuat tekan beton yaitu $0,10f_c < f_{ct} < 0,20f_c$. Hasil perbandingan kuat tarik dengan kuat tekan bata ringan yaitu 0,10 sampai 0,20. Artinya kuat tarik beton ringan memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan, kuat tarik belah dan permeabilitas, didapatkan hasil terbaik pada variasi 15% dengan nilai kuat tekan 8,72 MPa; nilai kuat tarik belah 0,17 MPa; dan nilai permeabilitas 0,14 mm/menit. Nilai-nilai tersebut diperoleh dari komposisi foam agent sebesar 45% dengan perbandingan air : pasir : semen sebesar 0,5 : 3 : 1.
2. Berdasarkan hasil penelitian diatas dapat diketahui bahwa nilai rata-rata tertinggi pada pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah berada pada variasi 15% sedangkan untuk nilai rata-rata tertinggi pada pengujian permeabilitas berada pada variasi 0%. Total penggunaan *fly ash* sangat berpengaruh terhadap hasil pengujian kuat tekan, kuat tarik belah maupun permeabilitas. Nilai rata-rata kuat tekan dan kuat tarik belah mengalami penurunan setelah variasi 15% disebabkan karena pada variasi 30%, 45% dan 60%, jumlah *fly ash* yang terlalu banyak bukan lagi berfungsi sebagai bahan yang berfungsi untuk membantu semen dalam proses pengikatan antar material dan meningkatkan mutu bata ringan, tetapi hanya berguna sebagai bahan pengisi (*filler*). Sedangkan nilai rata-rata pada pengujian permeabilitas menurun seiring dengan bertambahnya jumlah *fly ash* dikarenakan semakin banyak *fly ash* yang tercampur di dalam benda uji, maka benda uji akan menjadi semakin padat dikarenakan berkurangnya ruang-ruang yang terdapat pada benda uji. Kepadatan yang tinggi mengakibatkan air akan semakin sulit melewati ruang-ruang yang ada sehingga memerlukan waktu yang lebih lama dalam menembus ruang-ruang pada permukaan benda uji.

DAFTAR PUSTAKA

1. ASTM International, 1997, C 1701/C 1701M – 09. Standard Test Method for Infiltration Rate In Place Pervious Concrete, West Conshohocken, U.S.A.
2. Badan Standarisasi Nasional (BSN), SNI 03-2491-2002 Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton, Jakarta
3. Badan Standarisasi Nasional (BSN), SNI- 03-6825-2002 Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland untuk Pekerjaan Sipil, Jakarta.