

## KEKUATAN BATA RINGAN BERBASIS FLY ASH DAN BOTTOM ASH DENGAN PENAMBAHAN ADMIXTURE

Abdullah Latip<sup>1)</sup>, Hermana Kaselle<sup>1)</sup>, Trisnawathy<sup>1)</sup>, Jusmawardani<sup>1)</sup> dan Sri  
Sephemy<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Jl Perintis Kemerdekaan Km.  
10, Makassar, 90245  
Email Korespondensi: latip-uh03@poliupg.ac.id

### Abstract

In order to support material sustainability, innovation in construction materials processed by utilizing industrial waste like Fly ash and Bottom ash (FABA) in the lightweight brick mixture, however, the problem is bottom ash can absorb the water and can be affect the workability of mixture. The aim of this research is to determine the effectiveness of using admixture on the workability and strength of lightweight bricks. The test objects used were cubes measuring 15x15x15 cm, consisting of 3 samples for each variation of the test object. Variations are 0-40% for fly ash and 0-15% for bottom ash. The research using a superplasticizer of 100 gr/ltr obtained normal consistency values ranging from 100-111. This value meets the normal consistency standard of  $110 \pm 5$  but, the other hand, FBC and FBG variations have a lower normal consistency, which can the mixture to become thicker and difficult to work, but compressive strength becomes decreased. The compressive strength value in the FBE variation is use of 32% Fly Ash and 10% Bottom Ash with a compressive strength value of 3.523 Mpa and density of 1253.33 kg/m<sup>3</sup> meeting SNI 8640:2018 quality standard for the minimum compressive strength value of lightweight bricks for non-structural members.

**Keywords:** *Fly ash, Bottom ash, Superplasticizer, Compressive Strenght, Density*

### Abstrak

Dalam rangka mendukung keberlanjutan material, inovasi dalam pembuatan material konstruksi dilakukan dengan memanfaatkan limbah industry seperti Fly ash dan Bottom ash (FABA) dalam campuran bata ringan, namun penggunaan bottom ash yang menarik air dapat mempengaruhi workability campuran. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui efektifitas penggunaan admixture pada workability dan kekuatan bata ringan. Benda uji yang digunakan adalah kubus berukuran 15x15x15 cm sebanyak 3 sampel setiap variasi benda uji. Variasi penggunaan *fly ash* dan *bottom ash* 0 – 40 % untuk *fly ash* dan 0 – 15 % untuk *bottom ash* . Hasil penelitian dengan penggunaan superplasticizer sebesar 100gr/ltr diperoleh nilai konsistensi normal berkisar pada 100-111 nilai ini memenuhi standar konsistensi normal campuran sebesar  $110 \pm 5$ , namun pada variasi FBC dan FBG nilai konsistensi normal lebih rendah sehingga campuran menjadi lebih kental dan agak sulit dikerjakan, namun disisi lain kuat tekan menjadi lebih tinggi. Nilai kuat tekan pada variasi FBE yaitu penggunaan 32% Fly Ash dan 10% Bottom Ash dengan nilai kuat tekan sebesar 3,523 Mpa dan densitas sebesar 1253,33 kg/m<sup>3</sup> memenuhi standar SNI 8640:2018 standar mutu nilai kuat tekan bata ringan minimum untuk non-structural.

**Kata Kunci:** *Fly Ash, Bottom Ash, Superplasticizer, Kuat Tekan, dan Densitas*

## PENDAHULUAN

Dinding merupakan elemen non-structural yang menyumbang kurang lebih 30% berat struktur. Dinding bata ringan merupakan jenis bata yang berbobot ringan dan dapat mereduksi berat bangunan, Dalam rangka mendukung keberlanjutan material, inovasi dalam pembuatan material konstruksi dilakukan dengan memanfaatkan limbah industry seperti *Fly ash* dan *Bottom ash* (FABA) dalam campuran bata ringan. Penelitian sebelumnya (Latip, dkk; 2022) melakukan pembuatan bata ringan dengan menggunakan *high volume* FABA sebagai bahan pembentuk bata ringan dengan variasi fly ash sebesar 0-50% dan bottom ash sebesar 0-25%. Hasil penelitian menunjukkan kenaikan kekuatan bata ringan pada semua variasi penambahan FABA dalam campuran. Kadar optimum penggunaan pada tipe FBC yaitu penggunaan fly ash sebesar 30% dan bottom ash sebesar 15% dengan kuat tekan di umur 90 hari sebesar 15 Mpa dan dapat dikategorikan sebagai mutu bata kelas 1 berdasarkan SNI 03-0349-1989. Dalam penelitian tersebut didapatkan masalah yaitu penggunaan *bottom ash* yang bersifat menarik air dan mempengaruhi workabilitas bata. Penelitian lanjutan ini mencoba memberikan *admixture* berupa superplasticizer pada pembuatan bata ringan untuk mengetahui efektifitas penggunaan *admixture* (bahan tambah) pada workabilitas dan kekuatan bata ringan berbasis FABA.

## METODE PENELITIAN

### Material

*Fly ash* dan *Bottom ash* yang digunakan adalah hasil sampingan dari pembakaran batubara PT Makassar Tene. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Kaselle (2021), hasil uji XRF pada FABA ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1.  
Hasil oksida Fly ash dan *Bottom Ash* PT Makassar Tene dengan uji XRF

Parameter	Komposisi Kimia (%)											
	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	MnO	BaO	SrO	ZrO <sub>2</sub>	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	In <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
<b>Fly Ash</b>	47,5	30,23	12,95	6,42	0,94	0,88	0,519	0,172	0,164	0,0048	0,0297	0,0081
<b>Bottom Ash</b>	27,84	56,3	11,2	-	1,6	0,821	1,41	-	0,427	0,301	0,0072	0,0178

Sumber : Kaselle, 2021

Pengujian pendahuluan dilakukan untuk mengetahui karakteristik material yang akan digunakan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2.  
Hasil Uji Karakteristik Material

Material	Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Satuan	Keterangan
Pasir	Kadar Lumpur	3,5	0,2 – 6,0	%	Memenuhi
	Kadar Organik	No.1	< No.3	-	Memenuhi
	Kadar Air	3,5	3,0 – 5,0	%	Memenuhi
	Modulus Kehalusan	3,26	2,2 – 3,1	-	Lebih Tinggi
Bottom Ash	Kadar Air	43,66	< 25	%	Lebih Tinggi
	Modulus Kehalusan	2,25	2,2 – 3,1	-	Memenuhi
Semen	Berat Jenis	3,2	3,0-3,2	-	Memenuhi
Fly Ash	Berat Jenis	2,92	3,0-3,2	-	Lebih Rendah

*Foam Agent* digunakan untuk mengurangi berat dan karakteristik bata ringan. Secara umum ada dua jenis bahan tambah yaitu bahan tambah yang berupa mineral (*Additive*) dan bahan tambah kimiawi (*Chemical Admixture*). Pada penelitian ini menggunakan zat kimia berupa *Foam Agent* jenis *Texapone* yang merupakan salah satu bahan kimia dalam pembuatan sabun. *Foam agent* ini berfungsi sebagai katalis yang mengisi rongga dalam campuran pengecoran sehingga bobot bahan pengecoran yang telah dicampurkan dan ditambah *Foam Agent* menjadi lebih ringan.

*Superplasticizer* adalah salah satu bahan tambah (*admixture*) yang berfungsi untuk membatasi pemakaian air. *Superplasticizer* termasuk dalam bahan tambah tipe D yaitu *Water Reducing and Retarding Admixtures*

### Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Pada pembuatan benda uji dilakukan uji konsistensi normal campuran dengan menggunakan *Flow Table*. Selanjutnya jika konsistensi normal telah memenuhi konsistensi normal yang disyaratkan yaitu  $110 \pm 5$  dilanjutkan ke proses pembuatan dan pencetakan benda uji. Variasi FABA yang digunakan adalah 0-40% untuk *Fly Ash* dan 0-15% untuk *Bottom Ash*, dengan jumlah Superplasticer sebesar 100 gr/liter. Benda uji yang telah dicetak didiamkan selama 1 x 24 jam, kemudian cetakan dibuka dan dilanjutkan dengan perawatan benda uji yaitu metode *ambient curing* (perawatan udara) dengan sebelumnya menutup semua permukaan bata dengan plastik wrap agar panas hidrasi semen tidak terlalu cepat keluar hingga waktu pengujian. Adapun mix design yang campuran ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3.  
Komposisi Campuran Bata Ringan untuk 1 M<sup>3</sup>

	BAHAN	NLC	FBA	FBB	FBC	FBD	FBE	FBF	FBG
Semen	AIR (Kg)	161	161	161	177	177	161	177	177
	Semen (Kg)	312	287	262	237	237	187	187	187
	Fly Ash (Kg)	0	25	50	75	75	125	125	125
Pasir	Pasir (Kg)	884	884	862	840	818	796	773	751
	Bottom Ash (Kg)	0	0	22	44	66	88	111	133
	Accelerator (Gr)	893	893	893	893	893	893	893	893
Accelerator	Air Busa (Gr)	47138	47138	47138	47138	47138	47138	47138	47138
	Texapone (Gr)	1571	1571	1571	1571	1571	1571	1571	1571
	Busa Setelah Mixer (Ltr)	714	714	714	1000	1000	1000	1000	1000
	Superplasticizer (Gr)	893	893	893	893	893	893	893	893

Keterangan:

NFB = 0 % Fly Ash dan 0 % Bottom Ash

FBD = 24 % Fly Ash dan 7,5 % Bottom Ash

FBA = 8 % Fly Ash dan 0 % Bottom Ash

FBE = 32 % Fly Ash dan 10 % Bottom Ash

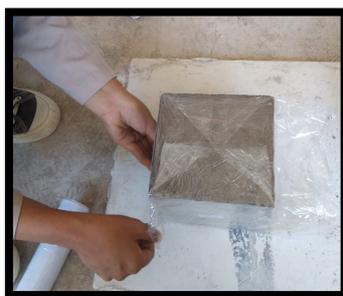
FBB = 16 % Fly Ash dan 2,5 % Bottom Ash

FBF = 40 % Fly Ash dan 12,5 % Bottom Ash

FBC = 24 % Fly Ash dan 5 % Bottom Ash

FBG = 40 % Fly Ash dan 15 % Bottom Ash

Bentuk benda uji diperlihatkan pada Gambar 1



Gambar 1. Sampel bata ringan

### Pengujian Bata Ringan

Proses pengujian bata ringan dilakukan berdasarkan SNI 8640:2018 yaitu pengujian kuat tekan yang besarnya dihitung dengan persamaan :

$$\text{Kuat tekan (N/mm}^2\text{)} = \frac{P}{A} \quad \dots (1)$$

Dimana :

P : Beban hancur (N)

A : Luas penampang bidang tekan (mm<sup>2</sup>)

Selain kuat tekan, terdapat pengujian bobot isi, penyerapan dan densitas. Bobot isi merupakan perbandingan antara berat dengan volume benda uji yang dihitung dengan persamaan:

$$\text{Bobot isi nominal (BI)} = \frac{BA}{V} \times 10^6 \text{ kg/m}^3 \quad \dots (2)$$

$$\text{Bobot isi kering oven (BIO)} = \frac{BKO}{V} \times 10^6 \text{ kg/m}^3 \quad \dots (3)$$

$$\text{Bobot isi jenuh air (BIA)} = \frac{BSSD}{V} \times 10^6 \text{ kg/m}^3 \quad \dots (4)$$

Penyerapan merupakan persentase perbandingan antara berat air yang terserap dengan bobot isi air yang dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned} \text{Penyerapan air} &= \frac{\text{Berat air terserap}}{\text{BI air}} \times 100 \% \text{ vol} \\ &= \frac{\text{BIA} - \text{BIO}}{\text{BI air}} \times 100 \% \text{ vol} \quad \dots (5) \end{aligned}$$

Dimana:

- BA : Berat awal benda uji (kg/m<sup>3</sup>)
- BKO : Berat benda uji kering oven (kg/m<sup>3</sup>)
- BSSD : Berat kering permukaan (kg/m<sup>3</sup>)
- BI air : Bobot isi air (kg/m<sup>3</sup>)

Densitas bata ringan dilakukan untuk mengetahui kategori berat bata ringan yang besarnya diperoleh dengan menimbang benda uji dan dihitung menggunakan persamaan:

$$\text{Densitas (kg/m}^3\text{)} = \frac{m}{v} \quad \dots (6)$$

Dimana:

- m : Berat benda uji (kg)
- v : Volume benda uji (m<sup>3</sup>)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Konsistensi Normal Campuran

Pada campuran mortar bata tingkat *workability* kemudahan dikerjakan dilakukan uji konsistensi normal dengan menggunakan *flow table*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kekentalan campuran untuk digunakan dalam penelitian. Adapun hasil pengujian konsistensi normal di tunjukkan pada Tabel 4. Dari hasil pengujian diperoleh nilai konsistensi normal dengan nilai flow sebesar 110±5 dan memenuhi nilai standar nilai konsistensi normal untuk pekerjaan beton. Selain itu, dari Tabel tersebut terlihat bahwa makin banyak penggunaan *Bottom Ash* pada dalam campuran yaitu di variasi FBC-FBG mengakibatkan nilai konsistensi normal makin kecil artinya campuran makin kental sehingga akan menurunkan *workability* campuran. Dari hasil ini dapat disimpulkan penggunaan *Superplasticizer* pada campuran bata ringan dapat memperbaiki nilai *workability* campuran pada kadar FABA rendah, jika kadar FABA ditingkatkan maka *workability* campuran akan menurun walaupun telah menggunakan admixture.

Tabel 4.  
Hasil Pengujian Konsistensi Normal

Variasi	Berat semen (gr)	Berat fly ash (gr)	Berat bottom ash (gr)	Berat pasir (gr)	Air (%)	Admixture (gr)	D1 (cm)	D0 (cm)	KN (%)
NFB	129	0	0	365	70	0,369	21,5	10,2	111
FBA	119	10	0	365	70	0,369	21,4	10,2	110
FBB	108	21	9	356	70	0,369	21,4	10,2	110
FBC	98	31	27	337	70	0,369	21,1	10,2	107
FBD	88	41	36	32	70	0,369	20,9	10,2	105
FBE	77	52	55	310	70	0,369	20,4	10,2	100

### Kuat Tekan dan Densitas Bata Ringan

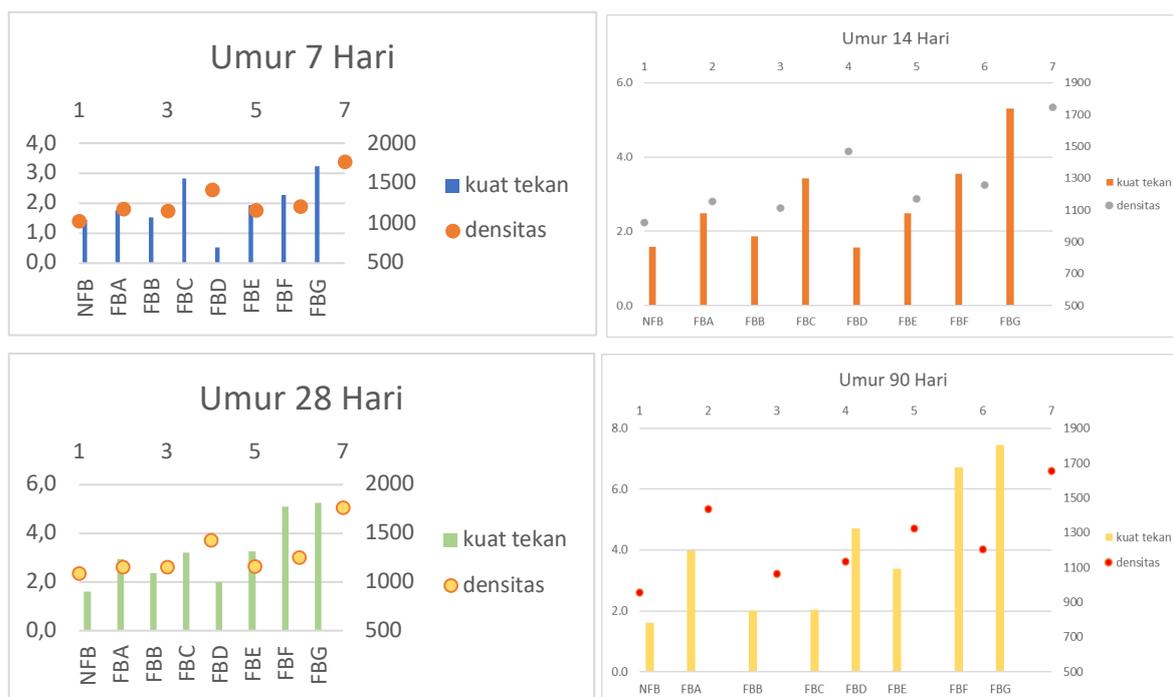
Pengujian kuat tekan dan densitas dilakukan pada umur 7,14,28 dan 90 hari. Persyaratan mutu untuk bata ringan diatur dalam SNI 8640:2018 dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6. Adapun hasil pengujian kuat tekan dan densitas bata ringan dengan FABA pada umur 7,14,28 dan 90 hari ditunjukkan pada Gambar 2.

Tabel 5.  
Kategori Berat Bata Ringan

Kategori Berat	Bata Struktural		Bata Non Struktural	
	Terekspos Lingkungan (outdoor)	Tidak Terekspos Lingkungan (indoor)	Terekspos Lingkungan (outdoor)	Tidak Terekspos Lingkungan (indoor)
Kelas	IA	IB	IIA	IIB
Bobot Isi Kering Oven (kg/m <sup>3</sup> )	500		400 – 600	
	700		600 – 800	
	900	800 – 1.000	800 – 1.000	800 – 1.000
	1.100	1.000 – 1.200	1.000 – 1.200	1.000 – 1.200
	1.300	1.200 – 1.400	1.200 – 1.400	1.200 – 1.400

Tabel 6  
Kategori Berat Bata Ringan

Syarat Fisis	Satuan	Bata Struktural		Bata Non Struktural	
		Terekspos Lingkungan (outdoor)	Tidak Terekspos Lingkungan (indoor)	Terekspos Lingkungan (outdoor)	Tidak Terekspos Lingkungan (indoor)
Kelas	-	IA	IB	IIA	IIB
Kuat Tekan Rata – Rata min.	MPa	6	4	2	
Kuat Tekan Individu, min.	MPa	5,4	3,6	1,8	
Penyerapan Air, maks.	% vol	25	-	25	-
Tebal, min.	mm		98	98	73
Susut pengeringan, maks.	%			0,2	



Gambar 2. Hubungan kuat tekan dan densitas bata ringan

Dari hasil pengujian diperoleh nilai kuat tekan dan densitas mengalami peningkatan pada umur 7 sampai dengan 90 hari sejalan dengan penggunaan FABA dalam campuran. Bentuk partikel FABA yang halus dan mudah mengisi rongga sehingga makin besar penggunaannya dalam campuran akan mengisi pori dan membentuk bata yang lebih padat dan mampat. Jika dibandingkan dengan bata ringan tanpa penggunaan FABA, nilai persentase rata-rata kuat tekan berturut-turut adalah sekitar 80-150% lebih besar dari mutu bata ringan normal.

Berdasarkan SNI 8640:2018 standar mutu nilai kuat tekan bata ringan minimum untuk non struktural adalah sebesar 2 Mpa dengan berat jenis (densitas) sebesar 400-1400 kg/m<sup>3</sup>. Dari hasil pengujian diperoleh kuat tekan yang memenuhi pada variasi FBE yaitu penggunaan 32% Fly Ash dan 10% Bottom Ash dengan nilai kuat tekan sebesar 3,253 Mpa dan densitas sebesar 1253,33 kg/m<sup>3</sup>; meningkat di umur 90 hari sebesar 4,711 Mpa dengan densitas 1322,963 kg/m<sup>3</sup>. Untuk variasi FBF dan FBG memiliki kuat tekan berturut-turut sebesar 5,089 Mpa dan 5,264 Mpa; nilai ini memenuhi standar mutu kuat tekan untuk kategori bata structural tipe 1B (daerah tidak terekspos) dengan nilai densitas sebesar 1762,963 kg/m<sup>3</sup> dan 1691,852 kg/m<sup>3</sup>. Nilai densitas ini tidak memenuhi syarat nilai densitas bata ringan pada kelas mutu IB yaitu sebesar 600-1400 kg/m<sup>3</sup>.

## Penyerapan Bata Ringan

Tabel 7.  
Penyerapan Bata Ringan

Variasi	Penyerapan (%)
NFB	31%
FBA	31%
FBB	35%
FBC	39%
FBD	39%
FBE	39%
FBF	37%
FBG	24%

Berdasarkan SNI 8640 – 2018 dapat disimpulkan bahwa hasil penyerapan bata ringan pada Tabel 7, variasi FBG memenuhi standar persyaratan untuk bata struktural *outdoor* yaitu 25 %, dimana diperoleh nilai penyerapan yaitu 24%. Hal ini dikareakan penggunaan FABA yang dapat mengisi pori-pori bata ringan membuat bata lebih padat sehingga angka porositas menjadi lebih kecil.

## SIMPULAN

Dari hasil pengujian diperoleh kesimpulan yaitu penggunaan *admixture* pada campuran bata ringan dapat memperbaiki nilai *workability* campuran pada kadar FABA rendah, namun jika kadar FABA ditingkatkan maka *workability* campuran akan menurun. Nilai *workability* campuran yang rendah berbanding terbalik dengan kuat tekan bata yang meningkat. Dimana pada variasi FBF dan FBG dengan nilai konsistensi normal sebesar 105 dan 100 memperoleh nilai kuat tekan berturut-turut sebesar 5,089 Mpa dan 5,264 Mpa

Hasil pengujian diperoleh kuat tekan yang memenuhi standar SNI 8640:2018 standar mutu nilai kuat tekan bata ringan minimum untuk non struktural pada variasi FBE yaitu penggunaan 32% Fly Ash dan 10% Bottom Ash dengan nilai kuat tekan sebesar 3,523 Mpa dan densitas sebesar 1253,33 kg/m<sup>3</sup> dengan penyerapan air sebesar 39 % lebih besar dari yang disyaratkan yaitu sebesar 25%.

## DAFTAR PUSTAKA

BSN. SNI 8640:2018. Spesifikasi Bata Ringan Pasangan Dinding.

- Kaselle, H. (2020, November). Pengaruh Substitusi Fly Ash Terhadap Kuat Tekan Dan Penyerapan Bata Beton Ringan Seluler (Cellular Lightweight Concrete). In *Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M)* (Vol. 5, No. 1, pp. 135-139).
- Latip, A., Kaselle, H., & Kushari, K. (2022). Studi penggunaan high volume fly ash dan bottom ash pada kuat tekan bata beton ringan tipe CLC. In *Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M)* (Vol. 7, No. 1, pp. 70-75).