

Studi Eksperimental Sifat Mekanis Bata Ringan CLC Dengan Penambahan *Fly Ash*

Experimental Study of Mechanical Properties of CLC Lightweight Brick with Fly Ash Addition

Azlansyah Mudahir Putra¹, Reni Suryanita², Harnedi Maizir³

^{1,2} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Riau, Pekanbaru, Indonesia

³ Program Studi Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru, Pekanbaru, Indonesia

Article Info	Abstrak
Article history: Received 23, Juni, 2024 Revised 30, Oktober, 2024 Accepted 31, Oktober, 2024	Bata ringan <i>cellular lightweight concrete</i> (CLC) merupakan alternatif bahan bangunan untuk dinding yang memiliki densitas lebih rendah daripada bata merah, sehingga dapat memperkecil beban yang diterima oleh struktur dan memperkecil dimensi strukturnya. Namun bata ringan memiliki kelemahan rentan rapuh dan patah karena mengandung pori-pori akibat campuran material menggunakan busa dari <i>foam agent</i>. Umumnya bata ringan dibuat dengan menambahkan bahan aditif untuk meningkatkan mutu berdasarkan sifat mekanis kuat tekan, tegangan dan regangannya agar dapat memikul beban yang lebih berat. Salah satunya dengan menggunakan limbah abu terbang (<i>fly ash</i>) yang merupakan hasil pembakaran batu bara. Tujuan dari penelitian adalah untuk menentukan kadar penggunaan <i>fly ash</i> yang optimum dalam menentukan bata ringan dengan kuat tekan maksimum melalui studi eksperimental sifat mekanis bata ringan CLC. Penelitian menggunakan variasi komposisi dengan kadar <i>fly ash</i> sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% dari berat semen pada sampel kubus dengan panjang sisi 10 cm. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari. Pengujian deformasi (penurunan) dilakukan pada umur 28 hari. Hasil kuat tekan dan penurunan digunakan untuk analisis nilai tegangan dan regangan pada bata ringan. Berdasarkan hasil penelitian variasi <i>fly ash</i> 10% pada umur 28 hari mendapatkan nilai kuat tekan yang paling besar yaitu sebesar 10,20 kg/cm², penurunan sebesar 9,440 mm, tegangan sebesar 1,20 N/mm² dan regangan sebesar 0,094. Kesimpulannya yaitu penambahan <i>fly ash</i> 10% dapat meningkatkan nilai kuat tekan bata ringan. Sehingga dapat memberikan rekomendasi kepada produsen bata ringan untuk komposisi campuran bata ringan yang optimal menggunakan <i>fly ash</i>.
Kata Kunci Bata ringan Fly ash Kuat tekan Regangan Tegangan	
Keywords: Cellular lightweight concrete Fly ash Compressive strength Strain Stress	
	Abstract <i>Cellular lightweight concrete (CLC) is an alternative building material for walls that has a lower density than red brick, so it can reduce the load received by the structure and reduce the dimensions of the structure. However, CLC have the disadvantage of being brittle and broken because they contain pores due to the mixture of materials using foam from foam agents. Generally, CLC is made by adding additives to improve the quality based on mechanical properties such as compressive strength, stress and strain so that CLC can carry heavier loads.</i>

One of them is by using fly ash waste which is the result of burning coal. The purpose of this study was to determine the optimum fly ash usage rate to obtain CLC with maximum compressive strength using experimental study. This study used variations in composition with fly ash content of 0%, 5%, 10%, 15%, 20% and 25% by weight of cement in cube samples with a side length of 10cm. The compressive strength test was conducted at the age of 7, 14, and 28 days. Deformation (settlement) testing was conducted at 28 days. The results of compressive strength and settlement were used to analyse the stress and strain values of the CLCs. Based on the results of the research, the 10% fly ash variation at the age of 28 days obtained the greatest compressive strength value of 10,20 kg/cm², a decrease of 9,440 mm, a stress of 1,20 N/mm² and a strain of 0,094. The conclusion is that the addition of 10% fly ash can increase the compressive strength value of the CLC. Thus it can provide recommendations to the CLC manufacturers for the optimal composition of lightweight brick mixtures using fly ash.

Corresponding Author: Suryanita, reni.suryanita@eng.unri.ac.id

A. PENDAHULUAN

Bata ringan dapat digunakan sebagai pengganti bata merah dan beton karena densitasnya yang tinggi (Muhardi, 2016). Bata ringan dibuat dengan campuran semen, pasir, pengemulsi, dan bahan tambahan seperti pasir angin. Bata ringan lebih ringan dengan berat 500–1600 kg/m³, sedangkan bata merah 1500–2000 m³; mereka juga kedap suara dan tahan panas rembesan air. Jika dibandingkan dengan pembuatan bata tradisional atau bata merah, pembuatan bata ringan lebih ramah lingkungan. Pabrik bata merah dapat menimbulkan polusi udara di sekitar lokasi karena suhu pembakaran yang tinggi (Haryanti, 2015).

Tujuan dari menambahkan foam agent ke campuran material bata ringan adalah untuk membuat bata menjadi sedikit lebih ringan. Untuk meningkatkan volume bata ringan tanpa menambah berat bata ringan itu sendiri, *foam agent* ditambahkan ke campuran bata ringan untuk membungkus gelembung udara (Monica, dkk., 2021). Bata ringan memiliki beberapa kekurangan. Ini termasuk nilai kuat tekannya yang rendah

dan cukup rapuh. Ini karena pori-pori udara yang terbentuk di dalamnya akibat penggunaan foam agent, yang mengurangi nilai kuat tekannya (Darmawan, M., dkk., 2019).

Abu terbang adalah limbah yang sangat beracun, jadi menambahkan abu terbang ke campuran bata ringan adalah salah satu cara untuk menutupi kelemahan bata ringan. Sifat *pozzolanic* bata ringan diharapkan meningkatkan kualitasnya (Febryandi & Setiawan, 2020). Pembakaran batu bara dan kayu menghasilkan *fly ash*. Namun, kelemahan bata ringan adalah kekuatan tekannya yang rendah dan mudah rapuh (Kaselle, 2020). Dengan menambah *fly ash* ke dalam campuran material bata ringan, penelitian ini bertujuan untuk menentukan kadar penggunaan *fly ash* yang optimum dalam menentukan bata ringan dengan kuat tekan maksimum melalui studi eksperimental sifat mekanis bata ringan CLC berupa nilai kuat tekan, tegangan dan regangan bata ringan dan mengurangi limbah *fly ash* yang dihasilkan oleh industri yang menggunakan batu bara.

B. TINJAUAN PUSTAKA

1. Bata Ringan

Bata ringan terbuat dari bahan campuran agregat halus (pasir), semen, air, dan *foaming agent* tanpa agregat kasar. Prinsip dari bata ringan yaitu dengan menambahkan pori-pori udara kedalam campuran tersebut. Kandungan udara dalam campuran akan mempengaruhi kuat tekan pada bata ringan, dengan menambahkan 1% gelembung udara dari volume campuran bisa menurunkan kekuatan sebesar 5,5% (Muchtar, 2021). Pembuat busa (*foam agent*) adalah bahan baku yang membuat bata ringan menjadi lebih ringan (Arita, dkk., 2017). Menurut SNI 8640:2018, bata ringan merupakan jenis bata berbentuk prisma siku dengan ukuran lebih besar dari pada bata merah dan memiliki densitas yang lebih rendah dari bata merah konvensional pada umumnya.

2. Fly Ash

Fly ash salah satu bahan tambah dalam pembuatan beton yang cukup populer sebagai pengganti semen. *Fly ash* yaitu serbuk sisa pembakaran batu bara yang ukuran butirannya lebih halus daripada semen *portland*. *Fly ash* tidak memiliki kemampuan mengikat yang baik seperti semen akan tetapi *fly ash* mengandung senyawa silica dan alumina yang mempunyai kemampuan mengikat (*non-cementitious*) yang memiliki sifat pozzolanik sehingga *fly ash* banyak digunakan untuk pengganti semen.

Pada bagian dalam campuran beton terdapat sejumlah air dan juga ukuran butiran *fly ash* yang halus membuat oksida-oksida silica yang berada dalam *fly ash* bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida yang terjadi karena proses hidrasi semen sehingga menghasilkan zat yang memiliki kemampuan mengikat (Febryandi & Setiawan, 2020).

3. Foam agent

Foam Agent adalah bahan tambah yang biasa digunakan untuk pembuatan beton busa. *Foam agent* merupakan larutan pekat dari bahan sulfaktan yang penggunaannya dilarutkan terlebih dahulu dengan air. Surfaktan merupakan zat yang dapat terkonsentrasi pada antarmuka dan dapat mengaktifkan antarmuka tersebut (Taufik, dkk., 2017). Penambahan *foam agent* pada campuran bata ringan dapat meningkatkan volume beton ringan karena *foam agent* membentuk gelembung-gelembung udara dalam campuran atau pasta semen. Sesuai dengan fungsinya, adanya rongga udara yang terdapat di dalam bata ringan membuat beton memiliki berat isi atau kepadatan yang lebih ringan pada volume yang sama.

4. Analisis Sifat Mekanik

Kuat tekan merupakan besar beban per satuan luas pada benda uji yang membuat benda uji hancur akibat gaya yang diberikan mesin uji kuat tekan, (Rizky, dkk., 2022).

Pengujian kuat tekan mengakibatkan penurunan pada permukaan benda uji. Nilai penurunan dihitung pada permukaan benda uji sebelum diberikan tekanan sampai benda diberikan tekanan yang membuat benda uji retak dan hancur (Zainuri, dkk., 2018). Penurunan permukaan adalah terjadinya perubahan bentuk dari segi ukuran benda uji karena diberikan gaya tekanan pada benda uji.

Tegangan (*stress*) berdasarkan rumusnya didefinisikan sebagai gaya (F) pada suatu benda persatuan luas penampang benda tersebut (A). Tegangan (*stress*) secara sederhana merupakan gaya yang diperlukan oleh suatu benda untuk kembali ke bentuk semula.

Regangan merupakan perbandingan antara perubahan panjang suatu benda

(ΔL) terhadap panjang awal suatu benda (L).

C. METODE PENELITIAN

1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium PT. Harista Karsa Mandiri, Pekanbaru. Pengujian nilai kuat tekan benda uji bata ringan diuji pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Tahap perencanaan campuran bata ringan

dilakukan dengan menimbang material sesuai dengan yang direncanakan seperti terlihat pada Tabel 1, lalu masukkan material pasir, semen, *fly ash*, *foam agent*, dan air ke dalam *mixer* sampai campuran merata setelah itu masukkan campuran material yang telah di *mixer* ke dalam cetakan kubus berukuran 10 cm. Komposisi air, pasir dan *foam* dalam jumlah yang tetap untuk masing masing komposisi campuran *fly ash*.

Tabel 1. Komposisi campuran benda uji

Variasi Komposisi <i>Fly Ash</i> (%)	Air (Kg)	Pasir (Kg)	Semen (Kg)	<i>Fly Ash</i> (Kg)	<i>Foam</i> (Kg)
0	1,01	3,45	2,02	0,00	0,29
5	1,01	3,45	1,92	0,11	0,29
10	1,01	3,45	1,82	0,21	0,29
15	1,01	3,45	1,72	0,31	0,29
20	1,01	3,45	1,62	0,41	0,29
25	1,01	3,45	1,52	0,51	0,29

2. Data Penelitian

Data penelitian didapatkan dengan pembuatan benda uji, dilanjutkan dengan melakukan uji kuat tekan pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Nilai kuat tekan dapat ditentukan ketika benda uji sudah mendapatkan beban maksimum, benda uji mengalami keretakan dan hancur. Untuk pengujian deformasi dilakukan pada umur 28 hari dengan menggunakan alat *Linier Variable Displacement Transformer* (LVDT) (Anindita, 2022). Pada penelitian ini menggunakan material campuran pasir yang didapatkan dari Desa Teratak Buluh, Pekanbaru. Sedangkan *fly ash* yang merupakan hasil pembakaran batu bara diperoleh dari PLTU Ombilin, Sawahlunto, Sumatera Barat.

3. Metode Analisis Data

Pada penelitian ini dilakukan eksperimental sifat mekanis bata ringan dengan ukuran kubus 10 cm. Variasi *fly ash* nya adalah 0%, 5%, 10%, 15%, 20%

dan 25%. Perencanaan jumlah sampel dapat dilihat pada Tabel 2. Pengujian nilai kuat tekan ini dilakukan umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Pengujian deformasi dilakukan umur 28 hari dengan menggunakan alat *Linier Variable Displacement Transformer* (LVDT). Nilai tegangan dan regangan didapatkan dari nilai kuat tekan dan deformasi benda uji.

Analisis data pengujian sesuai dengan persamaan berikut :

- a. Untuk menghitung nilai kuat tekan dapat digunakan persamaan (1) berikut :

$$f'_c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Keterangan :

- f'_c = Nilai kuat tekan beton (MPa)
 P = Beban aksial (N)
 A = Luas permukaan benda uji (mm^2)

b. Tegangan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2) berikut :

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2)$$

Keterangan :

σ = Tegangan (N/mm²)
 F = Gaya tekan (N)
 A = Luas penampang (mm²)

c. Untuk menghitung regangan digunakan persamaan (3) berikut :

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} \quad (3)$$

Keterangan :

ε = Regangan
 ΔL = Perubahan panjang (mm)
 L = Panjang mula-mula (mm)

Tabel 2. Perencanaan jumlah sampel

Variasi Komposisi <i>Fly Ash</i> (%)	Variasi Umur Mortar (Hari)			Jumlah Sampel	Total Sampel
	7	14	28		
0	5	5	5	15	90
5	5	5	5	15	
10	5	5	5	15	
15	5	5	5	15	
20	5	5	5	15	
25	5	5	5	15	

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Ali, (2023) menggunakan variasi campuran *fly ash* yang optimum berada pada campuran *fly Ash* 10% dengan nilai kuat tekan 1,11 MPa. Pada penelitian ini persentase *fly ash* digunakan 10% dengan nilai densitas seperti pada Tabel 3.

Untuk densitas campuran terkecil berada pada campuran *fly ash* 15% dengan nilai densitas nya 0,817 t/m³, sedangkan nilai densitas terbesar berada pada campuran *fly ash* 0%. Dengan nilai densitasnya 1,065 t/m³.

Sedangkan nilai kuat tekan benda uji pada umur 7, 14 dan 28 hari dapat

dilihat pada Tabel 4, Tabel 5 dan Tabel 6. Grafik kuat tekan benda uji ditampilkan pada Gambar 1 untuk kuat tekan pada umur 7 hari, Gambar 2 untuk kuat tekan pada umur 14 hari dan Gambar 3 untuk kuat tekan pada umur 28 hari.

Tabel 3. Nilai densitas basah campuran

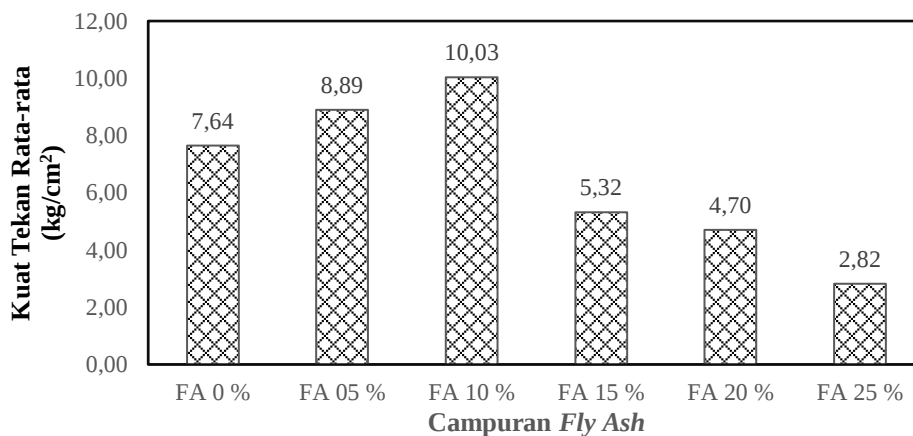
Variasi Campuran <i>Fly Ash</i> (%)	Densitas Basah (t/m ³)
0	1,065
05	1,027
10	0,998
15	0,817
20	0,930
25	0,971

Tabel 4. Nilai kuat tekan umur 7 hari

Variasi Campuran (%)	Umur Sampel (Hari)	Berat (Gram)	Berat Rata-Rata (Gram)	Luas Permukaan (mm ²)	Kuat Tekan (kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-Rata (kg/cm ²)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
FA 0% - 01	7	1037	1070,00	10000	7,80	7,64
FA 0% - 02		1079			7,40	
FA 0% - 03		1107			7,50	
FA 0% - 04		1018			8,50	
FA 0% - 05		1109			7,00	

Tabel 4. Nilai kuat tekan umur 7 hari (Lanjutan)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
FA 5% - 01	7	1010	1015,00	10000	8,15	8,89
FA 5% - 02		1025			9,20	
FA 5% - 03		1015			9,10	
FA 5% - 04		1005			9,10	
FA 5% - 05		1020			8,90	
FA 10% - 01	7	975	978,00	10000	10,00	10,03
FA 10% - 02		978			10,10	
FA 10% - 03		988			10,05	
FA 10% - 04		981			10,05	
FA 10% - 05		968			9,95	
FA 15% - 01	7	809	816,60	10000	5,45	5,32
FA 15% - 02		811			5,30	
FA 15% - 03		813			5,10	
FA 15% - 04		824			5,40	
FA 15% - 05		826			5,35	
FA 20% - 01	7	920	933,20	10000	4,80	4,70
FA 20% - 02		927			4,90	
FA 20% - 03		937			4,85	
FA 20% - 04		939			4,95	
FA 20% - 05		943			4,00	
FA 25% - 01	7	978	972,40	10000	2,70	2,82
FA 25% - 02		971			2,90	
FA 25% - 03		964			2,85	
FA 25% - 04		980			2,80	
FA 25% - 05		969			2,85	



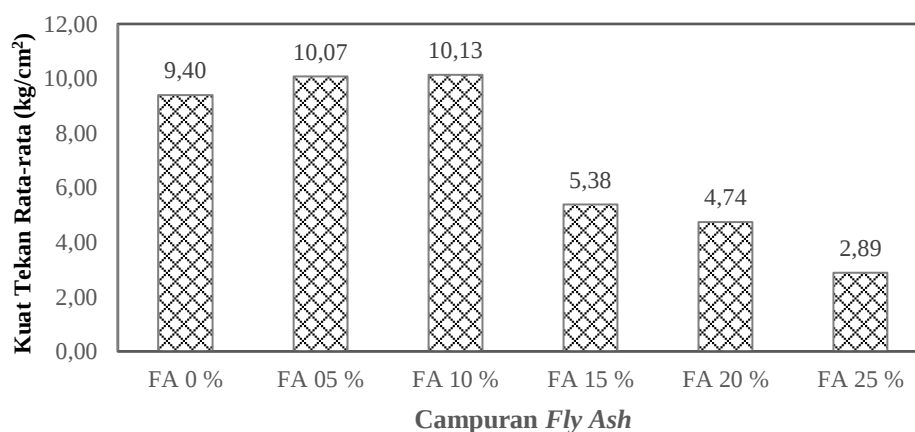
Gambar 1. Grafik nilai kuat tekan umur 7 hari

Tabel 5. Nilai kuat tekan umur 14 hari

Variasi Campuran (%)	Umur Sampel (Hari)	Berat (Gram)	Berat Rata-Rata (Gram)	Luas Permukaan (mm²)	Kuat Tekan (kg/cm²)	Kuat Tekan Rata-Rata (kg/cm²)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
FA 0% - 01	14	1073	1073,00	10000	9,40	9,4
FA 0% - 02		1062			9,60	
FA 0% - 03		1087			9,20	
FA 0% - 04		1076			9,25	
FA 0% - 05		1067			9,55	

Tabel 5. Nilai kuat tekan umur 14 hari (Lanjutan)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
FA 5% - 01	14	1077	1063,00	10000	10,15	10,07
FA 5% - 02		1041			9,80	
FA 5% - 03		1072			10,20	
FA 5% - 04		1059			10,05	
FA 5% - 05		1066			10,15	
FA 10% - 01	14	1000	1008,00	10000	10,15	10,13
FA 10% - 02		998			9,95	
FA 10% - 03		1004			10,10	
FA 10% - 04		1018			10,15	
FA 10% - 05		1020			10,30	
FA 15% - 01	14	824	817,20	10000	5,60	5,38
FA 15% - 02		806			5,55	
FA 15% - 03		818			5,00	
FA 15% - 04		820			5,30	
FA 15% - 05		818			5,45	
FA 20% - 01	14	930	930,80	10000	4,85	4,74
FA 20% - 02		929			4,95	
FA 20% - 03		926			4,95	
FA 20% - 04		929			4,85	
FA 20% - 05		940			4,10	
FA 25% - 01	14	975	971,80	10000	2,95	2,89
FA 25% - 02		968			2,90	
FA 25% - 03		968			2,90	
FA 25% - 04		975			2,80	
FA 25% - 05		973			2,90	



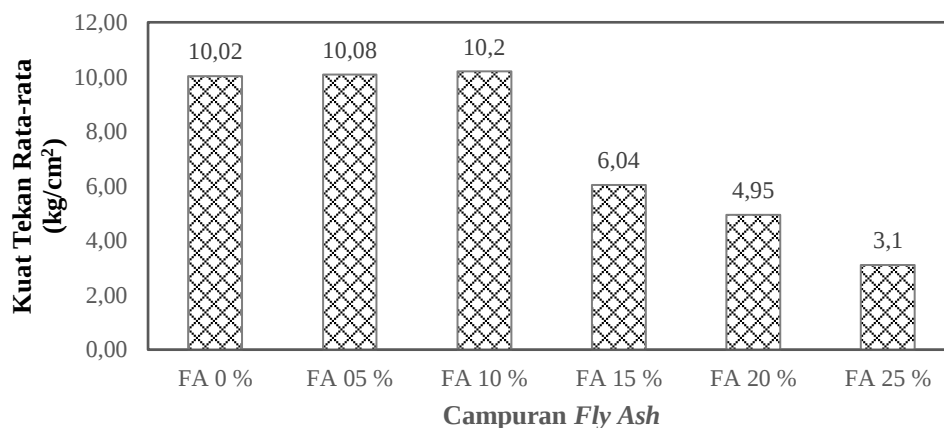
Gambar 2. Grafik nilai kuat tekan umur 14 hari

Tabel 6. Nilai kuat tekan umur 28 hari

Variasi Campuran (%)	Umur Sampel (Hari)	Berat (Gram)	Berat Rata-Rata (Gram)	Luas Permukaan (mm ²)	Kuat Tekan (kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-Rata (kg/cm ²)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
FA 0% - 01	28	1069	1053,00	10000	10,40	10,02
FA 0% - 02		1054			10,20	
FA 0% - 03		1035			9,85	
FA 0% - 04		1046			10,10	
FA 0% - 05		1061			9,55	

Tabel 6. Nilai kuat tekan umur 28 hari (Lanjutan)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
FA 0% - 01	28	1069	1053,00	10000	10,40	10,02
FA 0% - 02		1054			10,20	
FA 0% - 03		1035			9,85	
FA 0% - 04		1046			10,10	
FA 0% - 05		1061			9,55	
FA 5% - 01	28	1006	1005,00	10000	10,05	10,08
FA 5% - 02		1002			10,15	
FA 5% - 03		1005			10,10	
FA 5% - 04		1003			10,05	
FA 5% - 05		1009			10,05	
FA 10% - 01	28	1007	1008,00	10000	10,15	10,20
FA 10% - 02		1003			10,20	
FA 10% - 03		1015			10,25	
FA 10% - 04		1014			10,30	
FA 10% - 05		1001			10,10	
FA 15% - 01	28	811	815,60	10000	6,00	6,04
FA 15% - 02		820			6,15	
FA 15% - 03		812			6,10	
FA 15% - 04		815			6,00	
FA 15% - 05		820			5,95	
FA 20% - 01	28	928	928,8	10000	4,85	4,95
FA 20% - 02		925			5,10	
FA 20% - 03		920			5,00	
FA 20% - 04		933			4,90	
FA 20% - 05		938			4,90	
FA 25% - 01	28	971	969,40	10000	3,10	3,10
FA 25% - 02		970			3,15	
FA 25% - 03		961			3,05	
FA 25% - 04		970			3,20	
FA 25% - 05		975			3,00	



Gambar 3. Grafik nilai kuat tekan umur 28 hari

Dari Tabel 4, Tabel 5, dan Tabel 6 menunjukkan nilai kuat tekan umur benda uji 7, 14 dan 28 hari. Pada umur 7 hari nilai kuat tekan maksimum berada

di campuran *fly ash* 10 % dengan berat rata-rata 978 gram dengan nilai kuat tekan nya 10,03 kg/cm². Umur benda uji 14 hari, nilai kuat tekan maksimum

berada di campuran *fly ash* 10 % dengan berat rata-rata 1008 gram dan nilai kuat tekan nya 10,13 kg/cm². Umur benda uji 7 hari, nilai kuat tekan maksimum berada di campuran *fly ash* 10 %, berat rata-rata 1008 gram dengan nilai kuat tekan 10,20 kg/cm². Nilai kuat tekan maksimum berada pada campuran *fly ash* 10 % umur 28 hari. Penambahan *fly ash* ke dalam campuran material bata ringan membuat nilai kuat tekan bata ringan menjadi naik, kenaikan tertinggi hanya sampai variasi campuran *fly ash* 10%, sedangkan pada variasi campuran *fly ash* 15%, 20%, dan 25% mengalami penurunan kuat tekan yang cukup signifikan. Hal ini disebabkan oleh peningkatan jumlah komposisi *fly ash* secara berlebih menyebabkan meningkatkan porositas dan mengurangi ikatan pasta semen, sehingga menurunkan kuat tekan setelah kekuatan optimal tercapai dari jumlah komposisi 10% *fly ash* pada campuran bata ringan.

Campuran *fly ash* 0% dari hari ke 7 sampai hari 28 mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 2,38 kg/cm² dari 7,64 kg/cm² di umur 7 hari menjadi 10,02 kg/cm² di umur 28 hari. Campuran *fly ash* 5% di hari ke 7 sampai hari ke 28 mengalami peningkatan kuat tekan 1,19

kg/cm² dari 8,89 kg/cm² di umur 7 hari menjadi 10,08 kg/cm² di umur 28 hari. Campuran *fly ash* 10% dari hari ke 7 sampai hari ke 28 mengalami peningkatan kuat tekan 0,17 kg/cm² dari 10,03 kg/cm² di umur 7 hari menjadi 10,20 kN di umur 28 hari. Campuran *fly ash* 15% dari hari ke 7 sampai hari ke 28 mengalami peningkatan kuat tekan 0,72 kg/cm² dari 5,32 di umur 7 hari menjadi 6,04 kg/cm² di umur 28 hari. Campuran *fly ash* 20% dari hari ke 7 sampai hari ke 28 mengalami peningkatan kuat tekan 0,25 kg/cm² dari 4,70 kg/cm² di umur 7 hari menjadi 4,95 kg/cm² di umur 28 hari. Campuran *fly ash* 25% dari hari ke 7 sampai hari ke 28 mengalami peningkatan kuat tekan 0,28 kN dari 2,82 kg/cm² di umur 7 hari menjadi 3,10 kg/cm² di umur 28 hari.

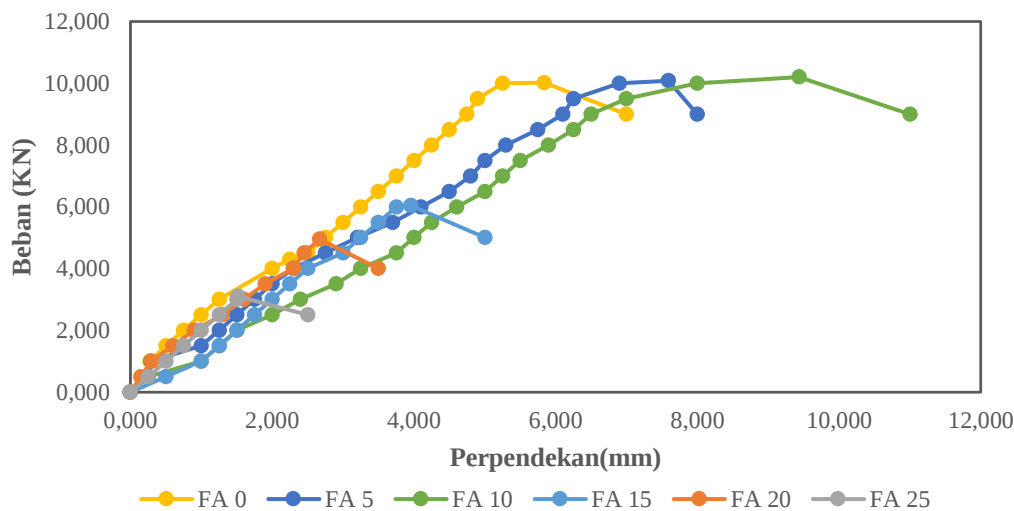
Penambahan *fly ash* ke dalam campuran material bata ringan dapat membuat kenaikan nilai kuat tekan yang cukup besar, untuk kenaikan nilai kuat tekan yang paling besar itu berada di campuran *fly ash* 5% dengan nilai kuat tekan nya mengalami kenaikan sebesar 1,19 kg/cm², tapi untuk nilai kuat tekan maksimum nya berada pada campuran *fly ash* 10% dengan nilai kuat tekan nya 10,20 kg/cm².

Tabel 7. Persentase peningkatan benda uji tiap variasi

Variasi (%)	Benda Uji 28 Hari		Peningkatan (%)	
	Beban (KN)	Perpendekan (mm)	Beban (KN)	Perpendekan (mm)
0	10,02	5,835	-	-
5	10,08	7,592	0,595	23,143
10	10,20	9,440	1,765	38,189
15	6,04	3,954	-65,894	-47,572
20	4,95	2,668	-102,424	-118,703
25	3,1	1,516	-223,226	-284,894

Tabel 7 memperlihatkan persentase peningkatan perpendekan dari benda uji dengan menghasilkan nilai kuat tekan yang maksimum dari variasi benda uji secara berurutan. Persentase peningkatan perpendekan yang paling besar pada benda uji dengan penambahan *fly ash*

berada di campuran *fly ash* 10 % dengan nilai perpendekan 9,440 mm dan mendapatkan peningkatan beban sebesar 1,765 %, sedangkan untuk nilai perpendekan mengalami peningkatan sebesar 38.18 %.



Gambar 4. Persentase peningkatan benda uji

Gambar 4 memperlihatkan perbandingan persentase peningkatan benda uji tiap variasi banyaknya penambahan *fly ash* pada benda uji dan mempengaruhi kuat tekannya semakin rendah. Semakin sedikit penambahan *fly ash* ke dalam campuran benda uji maka membuat nilai kuat tekan benda uji semakin besar. Untuk deformasi nya semakin besar nilai kuat tekan nya nilai deformasinya semakin besar, dan apabila nilai kuat tekan nya kecil maka nilai deformasi atau penurunan nya semakin kecil.

Pada Gambar 4 dapat dilihat pengaruh beban terhadap perpendekan, dapat dilihat garis berwarna kuning pada Gambar 4 yaitu variasi *fly ash* 0 % mendapatkan nilai kuat tekan yang tinggi dan nilai perpendekan nya yang sangat rendah, sehingga membuat benda uji cepat mengalami keretakan dan hancur ketika diberikan tekanan. Pada garis berwarna hijau atau campuran *fly ash* 10 %, nilai kuat tekan nya yang paling tinggi diantara campuran variasi yang ada pada penelitian ini, dan untuk nilai deformasi yang paling besar. Bata ringan mempunyai rongga atau pori-pori yang disebabkan oleh ada nya campuran material *foam agent* kedalam campurannya. Nilai deformasi yang tinggi, ketika dikasih beban membuat nilai kuat

tekan nya semakin besar, karena ketika diberikan tekanan ke benda uji tersebut, benda uji bisa lama menahan beban yang diberikan.

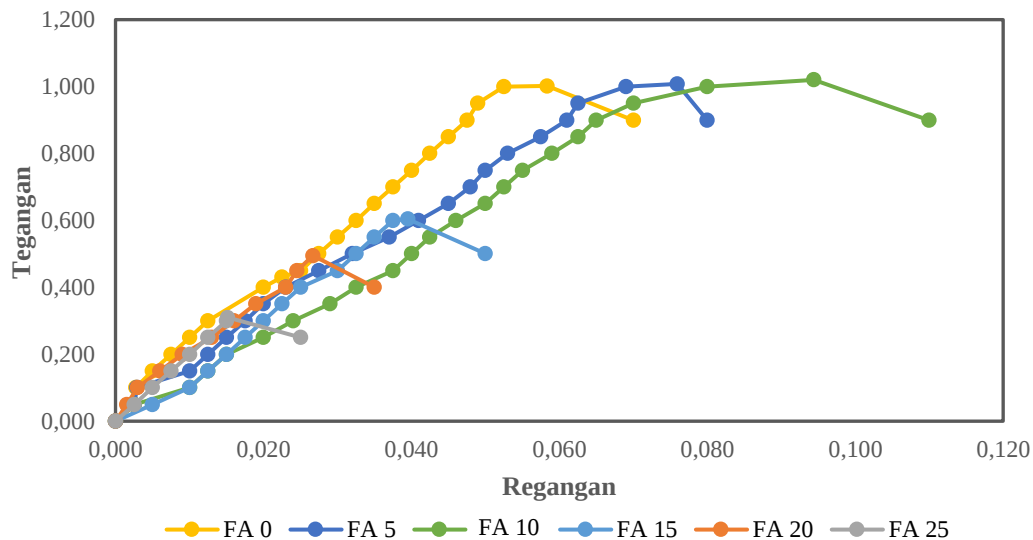
1. Tegangan dan Regangan

Pada penelitian ini tegangan dan regangan diperoleh setelah melakukan pengujian kuat tekan dan pengujian perpendekan pada benda uji mortar ringan, dimana tegangan terjadi karena adanya pembebanan sedangkan regangan terjadi karena adanya perubahan ukuran benda uji yang mana berkaitan dengan pengujian perpendekan. Hubungan tegangan dan regangan yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 5.

Pada Gambar 5 memperlihatkan perbandingan tegangan dan regangan, dapat dilihat semakin besar nilai nilai kuat tekan yang mempengaruhi nilai tegangan dan regangan. Nilai tegangan yang besar akan mempengaruhi nilai regangan yang menjadi semakin besar pula. Garis berwarna kuning atau pada campuran *fly ash* 0 %, grafik nya lebih tinggi dan lebih konsisten kenaikan grafiknya dari pada yang lain, akan tetapi tidak membuat nya bisa menahan beban lebih lama atau menjadikan nilai kuat tekan nya semakin besar. Campuran *fly*

ash 10 % atau garis berwarna hijau pada Gambar 5, memperlihatkan kenaikan nilai tegangan dan regangan yang cukup elastik, menjadikan nilai kuat tekan

variasi *fly ash* 10 % ini semakin besar dan tentunya lama bisa menahan beban tekanan.



Gambar 5. Perbandingan tegangan dan regangan

Pada Gambar 5 dapat diambil kesimpulan bahwa nilai kuat tekan, dan deformasi sangat mempengaruhi nilai tegangan dan regangan nya. Hasil ini sejalan dengan temuan Ali (2023), yang juga menemukan bahwa 10% *fly ash* merupakan proporsi yang optimal untuk memaksimalkan kuat tekan pada bata ringan, dengan nilai yang serupa yaitu 10,11 MPa. Sebagai perbandingan, penelitian oleh Rizky, dkk., (2022) juga menekankan manfaat penggunaan *fly ash* untuk meningkatkan sifat mekanis bata ringan. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa penambahan 10% *fly ash* memberikan peningkatan kuat tekan terbaik, mirip dengan hasil penelitian ini. Demikian pula, Wijaya, dkk., (2021) menunjukkan bahwa *fly ash* sebagai material pozzolanik meningkatkan sifat ikatan dalam matriks beton, sehingga meningkatkan kuat tekan secara keseluruhan.

E. KESIMPULAN

Pada penelitian ini menunjukkan batas maksimum penambahan *fly ash*

yaitu 10%, jika menambahkan *fly ash* lebih dari itu membuat nilai kuat tekan menjadi semakin rendah. Untuk nilai deformasi, besarnya nilai kuat tekan membuat nilai deformasi nya semakin besar, dan jika nilai kuat tekan nya kecil maka nilai deformasinya akan semakin kecil juga.

Nilai tegangan regangan sangat bergantung kepada nilai kuat tekan dan deformasinya. Semakin besar nilai kuat tekan akan membuat nilai tegangan akan semakin besar, dan membuat nilai regangan semakin besar pula.

Dalam penelitian ini, penambahan 10% *fly ash* menghasilkan kuat tekan sebesar 10,20 kg/cm² setelah 28 hari, dengan regangan sebesar 0,094 dan tegangan sebesar 1,20 N/mm². Berdasarkan penelitian ini menunjukan bahwa *fly ash* sebagai material pozzolanik dapat meningkatkan sifat ikatan dalam campuran bata ringan dalam kadar tertentu, sehingga meningkatkan kuat tekan secara keseluruhan. Namun jika kadar optimalnya telah dilampaui

mata kekuatan bata ringan cenderung akan berkurang. Hasil dari penelitian ini mencerminkan tren yang sama, yang mengonfirmasi bahwa penambahan 10% *fly ash* adalah level optimal untuk mencapai integritas struktural.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan dana penelitian dari DRTPM Kemendikbudristek melalui hibah Penelitian Tesis Magister (PTM) tahun 2024 dengan kontrak penelitian LPPM Universitas Riau Nomor: No. Kontrak: 20762/UN19.5.1.3/AL.04/2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Anindita, V. M. (2022). *Perubahan Sifat Mekanis Bata Ringan CLC Akibat Substitusi Abu Terbang (Fly Ash) Terhadap Semen*, Tugas Akhir, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Riau, Pekanbaru.
https://digilib.unri.ac.id/index.php/JOMFAPERTA/article/view/11434/index.php?p=show_detail&id=100820
- Arita, R., Morishige, N., Sakamoto, I., Imai, N., Shimada, Y., Igaki, M., Suzuki, A., Itoh, K., & Tsubota, K. (2017). Effects of a Warm Compress Containing Menthol on The Tear Film in Healthy Subjects and Dry Eye Patients. *Scientific Reports*, 7(March), 1–6.
<https://doi.org/10.1038/srep45848>
- Ali, D. P. (2023). *Studi Eksperimental Penambahan Serat Plastik Polypropylene dan Abu Terbang Terhadap Sifat Mekanis Bata Ringan Cellular Lightweight Concrete*, Tugas Akhir, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Riau, Pekanbaru.
https://digilib.unri.ac.id/index.php/JOMFTEKNIK/article/view/index.php?p=show_detail&id=105806
- Badan Standarisasi Nasional. (2018). *SNI 8640:2018 Spesifikasi Bata Ringan Untuk Pasangan Dinding*.
<https://www.shorturl.asia/id/v9k1d>
- Darmawan, M. dan Ain, M. I. M., & Achmad, K. (2019). Penambahan Fly Ash Sebagai Bahan Campuran Beton Normal. *Jutateks Jurnal Tugas Akhir Teknik Sipil*, 3(1), 75-84.
<https://ojs.poltekba.ac.id/ojs/index.php/jutateks/article/view/162>
- Febryandi & Setiawan, R. (2020). Karakteristik Beton Busa Akibat Varisai Foamed dan Substitusi Fly Ash Terhadap Semen. *Jurnal Tekno Global*, 09(2), 72-77.
<https://doi.org/10.36982/jtg.v9i2.1309>
- Haryanti, N. H. (2015). Kuat Tekan Bata Ringan dengan Bahan Campuran Abu Terbang PLTU Asam-Asam Kalimantan Selatan. *Jurnal Fisika FLUX*, 12(1), 20-30.
<http://dx.doi.org/10.20527/flux.v12i1.1302>
- Kaselle, H. (2020). Pengaruh Substitusi Fly Ash Terhadap Kuat Tekan dan Penyerapan Bata Beton Ringan Cellular (Cellular Lightweight Concrete). *Prosiding 4th Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat* (pp. 135-139). Ujung Pandang, Indonesia: Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Politeknik Negeri Ujung Pandang.
<https://jurnal.poliupg.ac.id/index.php/snp2m/article/view/2493>
- Muhardi. (2016). Karakteristik Abu Terbang dan Abu Dasar dalam Geoteknik. *Jurnal Ilmiah APTEK (Aplikasi Teknologi)*, 8(2), 18-27.
<https://doi.org/10.30606/APTK.V8I2.848>
- Muchtar, I. (2021). *Perilaku Lentur Balok Hybrid Beton Busa*, Tesis, Program

- Pascasarjan, Universitas Hasanuddin.
<https://repository.unhas.ac.id/id/eprint/6808/>
- Monica, T., Suryanita, R., & Maizir, H. (2021). Pengaruh Penggunaan Styrene Butadiene Rubber Latex Terhadap Kuat Tekan Bata Ringan. *Journal of Infrastructure and Civil Engginering*, 1(1), 35-45.
<https://doi.org/10.35583/jice.v1i01.6>
- Rizky, M., Wiswamitra, K. A., & Nurtanto, D. (2022). Perbandingan Metode Pembuatan Beton Geopolymer Terhadap Sifat Mekanik dan Porositas. *Siklus : Jurnal Teknik Sipil*, 8(1), 136-147.
<https://doi.org/10.31849/siklus.v8i1.9250>
- Taufik, H., Kurniawandy, A., & Arita, D. (2017). Tinjauan Kuat Tekan Bata Ringan Menggunakan Bahan Tambah Foaming Agent. *Jurnal Saintis*, 17(1), 52–62.
<https://journal.uir.ac.id/index.php/saintis/article/view/1765/1097>
- Wijaya, R. A., Wijayanti, S., & Astuti, Y. (2021). Fly Ash Limbah Pembakaran Batu Bara Sebagai Zat Mineral Tambahan (Additive) Untuk Perbaikan Kualitas dan Kuat Tekan Semen. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 27(1), 127-134.
<https://doi.org/10.14710/mkts.v27i1.31558>
- Zainuri, Yanti, G., & Megasari, S. W., (2018). Optimasi Metode Pemisahan Serat Pelepah kelapa Sawit Terhadap Kuat Tekan Bata Ringan. *Siklus : Jurnal Teknik Sipil*, Vol 4.
<https://doi.org/10.31849/siklus.v4i2.1186>



© 2024 Siklus Jurnal Teknik Sipil All rights reserved. This is an open access article distributed under the terms of the CC BY Licens (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)