

## PENGARUH PENGGUNAAN CANGKANG KELAPA SAWIT DAN *SILICA FUME* SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI PADA CAMPURAN BATA RINGAN CLC

Fariza Aulia Rahmanto<sup>1</sup>, \*Jafar<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

\*) Email: [185111305@uii.ac.id](mailto:185111305@uii.ac.id)

### ABSTRACT

The development of lightweight bricks as an innovative solution in lightweight concrete has gained momentum. With densities ranging from 500 to 1600 kg/m<sup>3</sup>, these bricks offer significant advantages in reducing the structural load of buildings. Compared to traditional red bricks, the use of lightweight bricks is considered more efficient and environmentally friendly. By utilizing waste materials for construction purposes, we can address the issue of excessive use of natural resources, which can lead to resource scarcity and environmental damage. This study focuses on investigating the impact of incorporating oil palm shell waste (OPS) and Silica Fume as substitution materials in lightweight bricks. The research involved creating test specimens of lightweight bricks using the Cellular Lightweight Concrete method. The brick dimensions were set at 60cmx20cmx10cm. The substitution percentages for the OPS mixture were 4%, 6%, 8%, and 10% of the sand's weight, while Silica Fume was used at 10% of the cement's weight. The tests included compressive strength, density, and water absorption, according to SNI 8640-2018 (Indonesian National Standard). The results indicate that as the percentage of OPS substitution increases, the compressive strength of lightweight bricks decreases. The highest recorded compressive strength was 0.663 MPa. However, the addition of Silica Fume contributed to a significant 9.7% increase in the compressive strength of lightweight bricks. It is worth noting that OPS has a lower density and higher water absorption compared to sand. Consequently, a higher percentage of OPS substitution in lightweight bricks leads to a decrease in density and an increase in water absorption. Nonetheless, it is important to highlight that the density and water absorption values of the lightweight bricks remain within the specifications outlined in SNI 8640-2018.

**Keyword:** Lightweight bricks, CLC, Oil palm shell, Silica fume

### ABSTRAK

Bata ringan merupakan inovasi pengembangan beton ringan atau *lightweight concrete*. Berat volume bata ringan berkisar antara 500-1600 kg/m<sup>3</sup> sehingga memberikan keuntungan dalam mengurangi beban struktur bangunan. Penggunaan bata ringan dianggap lebih efisien serta memberikan dampak yang baik terhadap lingkungan dibandingkan bata merah. Sebagai solusi penggunaan material dari alam secara berlebih yang dapat menyebabkan terbatasnya material dari alam, maka pemanfaatan limbah untuk kebutuhan bahan konstruksi menjadi solusi alternatif untuk mengurangi dampak kerusakan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh limbah cangkang kelapa sawit (CKS) serta *Silica Fume* sebagai material substitusi pada bata ringan. Penelitian ini dilakukan dengan membuat benda uji bata ringan menggunakan metode *Cellular Light-weight Concrete* berukuran 60 x 20 x 10 cm dengan presentase substitusi campuran CKS 4%, 6%, 8%, 10% dari berat pasir dan *silica fume* 10% dari berat semen. Pengujian bata ringan meliputi kuat tekan, berat volume, penyerapan air yang berpedoman pada SNI 8640-2018. Hasil yang didapat menunjukkan kuat tekan bata ringan akan semakin menurun seiring dengan kenaikan presentase CKS dengan kuat tekan tertinggi 0,663 MPa dan *silica fume* memberikan pengaruh kenaikan kuat tekan sebesar 9,7% terhadap bata ringan. CKS memiliki karakteristik berat volume lebih ringan serta penyerapan air lebih tinggi dari pasir. Sehingga peningkatan presentase substitusi CKS pada bata ringan akan menyebabkan berat volume pada bata ringan semakin rendah serta penyerapan air pada bata ringan akan meningkat. Berat volume serta penyerapan air tersebut masih memenuhi spesifikasi pada SNI 8640-2018.

**Kata kunci:** Bata ringan, CLC, Cangkang Kelapa Sawit, *Silica Fume*

### 1. PENDAHULUAN

Dinding sebagai salah satu konstruksi non-struktural umumnya terdiri dari pasangan bata merah yang memiliki berat volume yang cukup besar, yaitu sebesar 1900 kg/m<sup>3</sup>, sehingga menjadi beban yang cukup berat untuk struktur bangunan[1]. Selain itu, bata merah diproses dengan cara yang menimbulkan dampak kerusakan lingkungan, karena bahan penyusun bata merah sendiri menggunakan tanah liat yang dimana tanah liat bisa didapatkan dari penggalian lahan perbukitan dan sejenisnya. Hal itu juga yang mempengaruhi kurangnya penggunaan bata merah pada bangunan infrastruktur dan mencari inovasi lain dalam penggunaan material pada pasangan dinding.

Salah satu penggunaan material yang inovatif untuk gedung-gedung adalah bata ringan. Bata ringan sendiri merupakan salah satu inovasi pengembangan beton ringan atau *lightweight concrete* pada dunia konstruksi yang memiliki nilai efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan bata merah. Bata ringan adalah material konstruksi yang memiliki berat volume lebih ringan, yaitu sekitar 500-1600 kg/m<sup>3</sup>[1] sehingga apabila bata ringan digunakan pada proyek bangunan tinggi (*high-rise building*) akan dapat secara signifikan mengurangi berat sendiri bangunan [2]. Namun, saat ini penggunaan material alam yang terus menerus dapat menyebabkan terbatasnya material tersebut. Oleh karena itu diperlukan alternatif untuk mengurangi penggunaan material alam yang terus menerus

seperti pasir kedepannya, salah satunya adalah memanfaatkan salah satu limbah padat dari hasil industri kelapa sawit, yaitu cangkang kelapa sawit (*palm kernel shell*).

Menurut Prasetyo & Oddang [3] Cangkang kelapa sawit atau palm kernel shell merupakan tempurung kelapa sawit yang bertekstur keras yang berfungsi untuk melindungi isi dari buah sawit tersebut. Sismantoro [4] menjelaskan cangkang kelapa sawit merupakan golongan kayu keras dan memiliki kemiripan komposisi dengan kayu. Supriyanto [5] menyatakan komponen cangkang kelapa sawit sebelum dan sesudah dijadikan sebagai campuran pada beton tidak mengalami perubahan berdasarkan uji statistik. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Oktarina & Natalina [6] menyebutkan penggunaan cangkang kelapa sawit untuk bata beton ringan dengan komposisi 3% dan 6% dari berat pasir dapat meningkatkan kuat tekan dari bata ringan sebesar 9,59% dan 18,64%. Penelitian lain yang dilakukan oleh Philips dkk [7] mengenai cangkang kelapa sawit pada beton normal menunjukkan beton normal dengan menggunakan cangkang kelapa sawit masih memenuhi standar untuk penggunaan beton. Penggunaan cangkang kelapa sawit pada batako pada penelitian Oddang [8] menunjukkan penggunaan cangkang kelapa sawit pada campuran batako yang dibuat terdapat kenaikan kuat tekan sebesar 8,53% dari mutu normal pada presentase cangkang kelapa sawit 5% dari berat pasir.

Tetapi untuk mendapatkan mutu bata ringan yang baik, perlu dilakukan rekayasa campuran lebih lanjut seperti penambahan bahan tambah (*admixture*). Salah satu bahan tambah (*admixture*) yang dapat digunakan adalah *Silica fume*. *Silica fume* ini dapat mengisi rongga-rongga yang ada di antara campuran bahan semen, sehingga dapat berdampak pada peningkatan kuat tekan campuran pada beton[9]. Hal itu juga diperkuat oleh Yue dkk [10] yang menyebutkan sifat pozzolanik pada *silica fume* dan memberikan efek dalam mengisi pori-pori karena sifat fisiknya. Widyana dkk [11] menyebut penggunaan *silica fume* pada campuran beton berpori mampu meningkatkan kuat tekan dan kuat lentur dair beton berpori tersebut. Menurut Subagiono dkk [12] dalam penelitian perilaku mekanik bata ringan dengan *silica fume*, mengganti sebagian semen dengan *silica fume* pada komposisi optimal sebesar 10% dari berat semen dapat meningkatkan kuat tekan pada bata ringan bertipe CLC (*cellular lightweight concrete*) pada umur 28 hari sebesar 87,46% dari kuat tekan normal. Penelitian serupa yang dilakukan oleh Falliano dkk [13] menunjukkan penggunaan *silica fume* sebesar 10% dari berat semen pada beton ringan *ultra light-weight concrete* dapat meningkatkan kuat tekan beton secara signifikan. Menyadari hal tersebut, potensi pemanfaatan dari limbah cangkang kelapa sawit serta penggunaan *silica fume* sehingga dilakukan penelitian ini yang bertujuan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap sifat fisik dan mekanis pada bata ringan dengan menggunakan metode CLC.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bersifat eksperimental yang dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia yang bertujuan menghasilkan bata ringan dengan metode CLC, yaitu proses pembuatan bata ringan dengan menambahkan busa kedalam campuran mortar [14], serta pengumpulan data menggunakan studi literatur terdahulu sebagai penunjang dalam melakukan penelitian ini. Material penyusun bata ringan terdiri dari campuran agregat halus (pasir), semen *portland*, air, dan *foaming agent*. Bahan pengganti yang digunakan adalah cangkang kelapa sawit dan *silica fume*. Cangkang kelapa sawit akan diolah terlebih dahulu sehingga memenuhi standar agregat halus yang digunakan. Agregat halus dan cangkang kelapa sawit terlebih dahulu dilakukan pengujian *properties* yang berfungsi untuk mengetahui karakteristik dari agregat yang akan digunakan pada campuran. Pengujian *properties* mencakup pengujian berat volume dan penyerapan air, pengujian berat isi padat, pengujian lolos saringan no.200, serta pengujian analisa saringan.

Sampel benda uji pada penelitian ini berupa bata ringan berbentuk persegi dengan ukuran panjang 60 cm, lebar 20 cm, dan tebal 10 cm. Dengan presentase variasi substitusi cangkang kelapa sawit sebesar 4%, 6%, 8%, dan 10% dari berat pasir, serta presentase substitusi *silica fume* sebesar 10% dari berat semen yang didasarkan pada penelitian terdahulu [12]. Pada setiap variasi dibuat 7 benda uji (lihat Tabel 1) sesuai dengan pedoman SNI 8640-2018, dimana 5 benda uji disiapkan untuk pengujian kuat tekan dan 2 benda uji disiapkan untuk pengujian berat volume dan penyerapan air. Pengujian dilakukan ketika benda uji telah berumur 28 hari. Untuk pengujian kuat tekan bata ringan, benda uji yang digunakan berukuran 10 x 10 x 10 cm sedangkan untuk pengujian berat volume dan penyerapan air benda uji yang digunakan berukuran 20 x 20 x 10cm (lihat Gambar 1 dan Gambar 2).

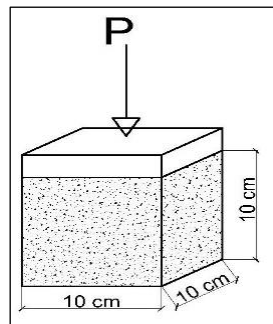
**Tabel 1** Komposisi Campuran Bata Ringan

Volume Cetakan m <sup>3</sup>	Jumlah buah	Variasi	Semen	Pasir	Air	Silica Fume	CKS
0,012	7	1 (Normal)	1	1,5	0,58	0%	0%
0,012	7	2 (SF)	1	1,5	0,58	10%	0%
0,012	7	3 (SF + CKS)	1	1,5	0,58	10%	4%
0,012	7	4 (SF + CKS)	1	1,5	0,58	10%	6%
0,012	7	5 (SF + CKS)	1	1,5	0,58	10%	8%
0,012	7	6 (SF + CKS)	1	1,5	0,58	10%	10%
0,012	7	7 (CKS)	1	1,5	0,58	0%	4%
0,012	7	8 (CKS)	1	1,5	0,58	0%	6%
0,012	7	9 (CKS)	1	1,5	0,58	0%	8%
0,012	7	10 (CKS)	1	1,5	0,58	0%	10%

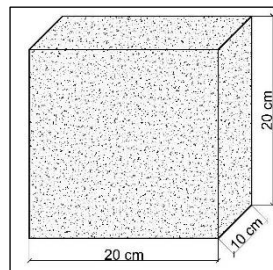
Keterangan:

CKS = cangkang kelapa sawit

SF = *silica fume*



**Gambar 1** Sketsa Uji Kuat Tekan



**Gambar 2** Sketsa Uji Berat volume & Penyerapan Air



**Gambar 3** Pengujian Kuat Tekan Bata Ringan

*Mix design* yang digunakan pada penelitian ini didasarkan pada pendekatan SNI 8640-2018 serta penelitian-penelitian terdahulu yang relevan. Pada penelitian ini, komposisi yang digunakan dalam 1 m<sup>3</sup> campuran dibuat dengan perbandingan semen dan pasir sebesar 1:1,5, dengan nilai faktor air semen (FAS) 0,58 sesuai dengan ketentuan pada ASTM C-796. Penggunaan *foam agent* terlebih dahulu dicampurkan kedalam air dengan perbandingan 1:40. Dengan perbandingan tersebut berat volume bata ringan yang dihasilkan kurang dari 800 kg/m<sup>3</sup> sehingga masuk kategori bobot 700 kg/m<sup>3</sup> dengan rentang 600-800 kg/m<sup>3</sup> sesuai SNI 8640-2018.

Dalam proses pembuatan bata ringan diawali dengan membuat campuran mortar yang terdiri dari semen, pasir, dan air serta bahan pengganti berupa cangkang kelapa sawit dan *silica fume*. Material tersebut dicampur dalam satu wadah hingga terbentuk mortar beton yang setelah itu dimasukkan busa kedalam campuran tersebut. Busa tersebut dihasilkan dari larutan *foam agent* yang kemudian dimasukkan kedalam mesin *foam generator* sehingga menghasilkan busa yang padat dan mampu menahan udara untuk terperangkap didalam gelembung busa sehingga menghasilkan rongga-rongga yang membuat berat volume bata ringan bisa rendah. Bata ringan dengan umur 24 jam dikeluarkan dari cetakan kemudian dilakukan *curing* selama 7 hari dengan membasahi permukaannya dengan air dan ditunggu hingga umur 28 hari. Selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan, berat volume, serta penyerapan air.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Hasil Pengujian *Properties* Agregat Halus

Dari hasil pengujian *properites* pada agregat halus didapatkan bahwa cangkang kelapa sawit memiliki berat jenis yang lebih kecil jika dibandingkan dengan pasir sebagai agregat halus, tetapi tingkat penyerapan air pada cangkang kelapa sawit lebih tinggi dibandingkan dengan pasir (lihat Tabel 2). Hal ini bisa terjadi karena cangkang kelapa sawit merupakan material organik yang memiliki banyak pori pada permukaannya. Hal ini juga dijelaskan Alengaram dkk [15] bahwa agregat organik yang mengandung banyak pori dapat meningkatkan penyerapan air. Untuk berat isi padat, CKS memiliki berat isi padat lebih kecil dibandingkan dengan pasir. Kemudian, pada pengujian lolos saringan no.200 didapatkan hasil bahwa CKS yang diambil dari pabrik memiliki kotoran yang melebihi 5% sehingga perlu dilakukan pencucian ulang sebanyak 2 kali hingga memenuhi syarat (lihat Tabel 3).

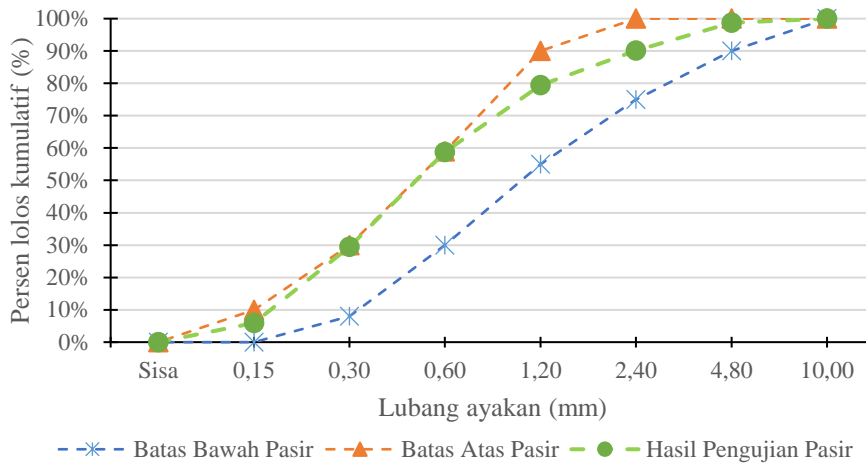
**Tabel 2** Berat Jenis & Penyerapan Air Agregat Halus

Uraian	Pasir	CKS
BJ Curah	2,578	1,419
Bj SSD	2,653	1,546
BJ Semu	2,785	1,626
Bobot Isi Padat (gram/cm <sup>3</sup> )	1,481	0,801
Penyerapan air (%)	2,84%	8,25%

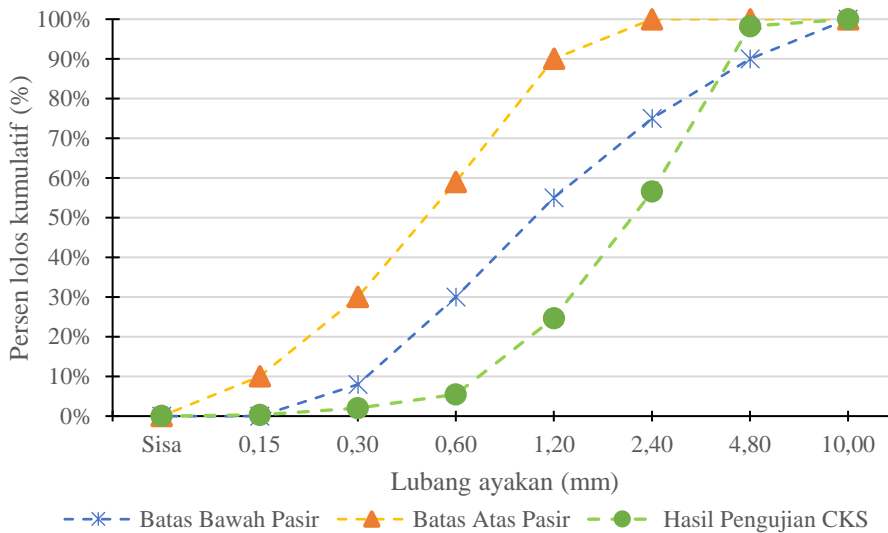
**Tabel 3** Lolos Saringan No.200 Agregat Halus

Uraian	Pasir	CKS
Pencucian ke-1		
Lolos Saringan No. 200 (%)	1,3	7,3
Pencucian ke-2		
Lolos Saringan No. 200 (%)		1,35

Pada pengujian analisa saringan agregat halus didapatkan nilai modulus halus butir (MHB) sesuai dengan SNI 03-1750-1990 yang berada dalam rentang 2,0-3,0 sebesar 2,37. Tetapi MHB dari CKS tidak memenuhi standar tersebut, yaitu 4,12. Hal ini bisa terjadi karena CKS merupakan agregat yang berasal dari alam yang kemudian diolah agar memiliki kemiripan dengan pasir tetapi dalam prosesnya tidak maksimal. Hasil dari analisa saringan menunjukkan bahwa pasir yang digunakan masuk kedalam daerah gradasi 2 (agak kasar) seperti ditunjukkan dalam Gambar 4, sedangkan CKS yang digunakan masuk dalam gradasi seragam, karena memiliki butiran yang didominasi ukuran 2,45 mm hingga 1,2 mm seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 4** Gradasi Pasir



**Gambar 5** Gradasi CKS

### Mix design

Masih belum ada ketentuan yang pasti dalam *mix design* baku pada pembuatan bata ringan CLC. Hal ini dapat dipengaruhi karena penggunaan *foam agent* pada bata ringan CLC ketika dicampurkan. Pada penelitian ini, perhitungan *mix design* mengacu pada volume cetakan dalam sekali pembuatan benda uji. Dalam 1 m<sup>3</sup> campuran digunakan perbandingan semen dan pasir sebesar 1:1,5 dengan nilai faktor air semen (FAS) sebesar 0,58. Larutan foam agent dilarutkan kedalam air dengan perbandingan 1:40. Sehingga didapatkan kebutuhan penggunaan material seperti pada

Tabel 4.

**Tabel 4** Komposisi Campuran Bata Ringan CLC

No	Volume Cetakan	Jumlah	Variasi	Silica Fume	CKS	Berat Air	Berat CKS	Berat Silica Fume	Berat Pasir Rencana	Berat Semen Rencana
	m <sup>3</sup>	buah				lt	kg	kg	kg	kg
1	0,012	7	(Normal)	0%	0%	13,64	0,00	0,00	35,28	23,52
2	0,012	7	(SF)	10%	0%	13,64	0,00	2,35	35,28	21,17
3	0,012	7	(SF + CKS)	10%	4%	13,64	1,41	2,35	33,87	21,17
4	0,012	7	(SF + CKS)	10%	6%	13,64	2,12	2,35	33,16	21,17
5	0,012	7	(SF + CKS)	10%	8%	13,64	2,82	2,35	32,46	21,17
6	0,012	7	(SF + CKS)	10%	10%	13,64	3,53	2,35	31,75	21,17
7	0,012	7	(CKS)	0%	4%	13,64	1,41	0,00	33,87	23,52
8	0,012	7	(CKS)	0%	6%	13,64	2,12	0,00	33,16	23,52
9	0,012	7	(CKS)	0%	8%	13,64	2,82	0,00	32,46	23,52
10	0,012	7	(CKS)	0%	10%	13,64	3,53	0,00	31,75	23,52
<b>TOTAL</b>	<b>0,84</b>	<b>70</b>				<b>136,42</b>	<b>19,76</b>	<b>11,76</b>	<b>333,04</b>	<b>223,44</b>

Keterangan:

SF = Silica fume

CKS = Cangkang kelapa sawit

### Penampakan bata ringan CLC

Dari hasil pembuatan bata ringan dengan metode CLC didapatkan bentuk fisik bata ringan yang relatif memiliki permukaan yang baik, serta tidak rapuh ketika diangkat dan diletakkan saat proses pemindahan. Bata ringan akan memiliki warna cenderung putih ketika terpapar sinar matahari (lihat Gambar 6).



**Gambar 6** Tampak Fisik Bata Ringan

Secara tampak fisik bata ringan ketika menggunakan CKS memiliki permukaan yang baik serta tidak ada CKS yang menonjol keluar karena melalui proses pengolahan terlebih dahulu.

### Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan ketika bata ringan mencapai umur 28 hari dan berbentuk kubus berukuran 10x10x10 cm. Perhitungan pengujian kuat tekan dengan persamaan.

$$\text{Kuat tekan} = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Keterangan:

P = beban maksimum (N)

A = luas penampang (mm<sup>2</sup>)

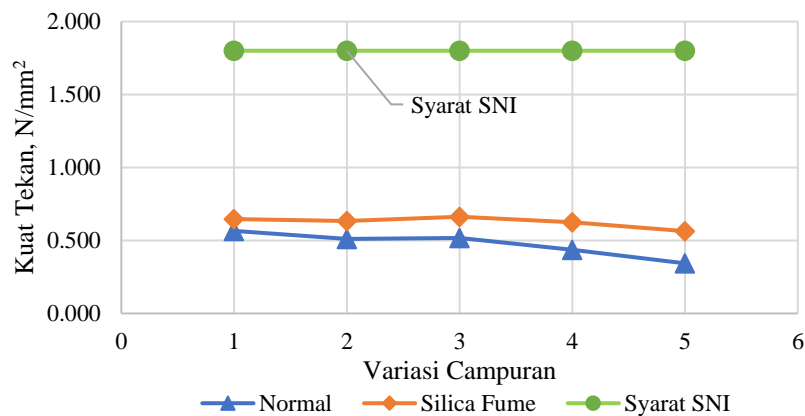
Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan bata ringan, secara individu bata ringan memiliki kuat tekan yang berbeda-beda. Ini bisa terjadi karena penggunaan alat *foam generator* yang kurang maksimal sehingga rongga-rongga yang dihasilkan tidak konsisten. Hasil pengujian kuat tekan rata-rata bata ringan dapat dilihat pada

Tabel 5 dan Gambar 7.



**Tabel 5** Hasil Pengujian Kuat Tekan Rata-rata Bata Ringan

No	Variasi Campuran	Luas Rerata mm <sup>2</sup>	Berat Rerata g	Kuat Tekan Rerata N/mm <sup>2</sup>	Deviasi Standar	Beban Maksimum N
1	Normal	10017,46	807,9	0,566	0,1147	7256,921
2	CKS 4%	10007,87	717	0,511	0,0977	7207,888
3	CKS 6%	10031,93	741,9	0,518	0,0545	6276,256
4	CKS 8%	10071,83	771,7	0,436	0,2380	8825,985
5	CKS 10%	10096,31	679	0,344	0,0224	3775,560
6	SF 10%	10081,13	752	0,646	0,0609	7943,387
7	SF 10% CKS 4%	10074,14	782,3	0,633	0,2277	8799,017
8	SF 10% CKS 6%	10076,61	838,5	0,663	0,1265	8458,236
9	SF 10% CKS 8%	10033,79	801,5	0,625	0,2201	9009,859
10	SF 10% CKS 10%	10003,25	727	0,564	0,2242	9267,284
11	Syarat (SNI 8640:2018)			1,8		



**Gambar 7** Pengaruh Penggunaan CKS & Silica Fume Terhadap Kuat Tekan

Seiring dengan penambahan presentase CKS, maka kuat tekan bata ringan semakin menurun. Penurunan kuat tekan ini dapat terjadi karena beberapa faktor, seperti struktur penyusun pada CKS yang berserat dan memiliki banyak pori [15], sehingga dapat menurunkan performa bata ringan. Faktor lain penyebab penurunan nilai kuat tekan tersebut adalah kurang maksimal fungsi dari *foam generator*. Pengaturan tekanan yang tidak dapat diatur dapat menjadi penyebab busa yang dihasilkan tidak dapat terkontrol dan memiliki kepadatan yang variatif. Kozłowski [16] menjelaskan dosis dari *foaming agent* dapat mempengaruhi berat volume bata ringan. Penggunaan *silica fume* dengan kadar 10% berpengaruh dalam meningkatkan kuat tekan pada bata ringan walaupun tidak signifikan. Subagiono [12] menjelaskan hal ini dapat terjadi karena *silica fume* dapat meningkatkan daya ikat antar butir agregat dan semen pada campuran bata ringan. Pada penelitian ini pengaruh penggunaan *silica fume* memberikan kenaikan kuat tekan sebesar 9,7% terhadap bata ringan.

### Berat Volume

Bata ringan yang telah berumur 28 hari dan dipotong hingga berukuran 20x20x10 cm kemudian dilakukan pengujian berat volume. Kondisi bata ringan kering oven menjadi acuan dalam pengujian berat volume. Hasil pengujian disajikan dalam

Tabel 6 dan Tabel 7 serta Gambar 8 dan

Gambar 9. Berdasarkan SNI 8640-2018, nilai dari berat volume pada bata ringan telah memenuhi kategori berat jenis 700 kg/m<sup>3</sup>. Penggunaan CKS sebagai material substitusi pasir mengakibatkan penurunan berat volume seiring dengan kenaikan presentase. Hal ini dapat disebabkan dari berat volume CKS yang lebih ringan daripada pasir. Juga

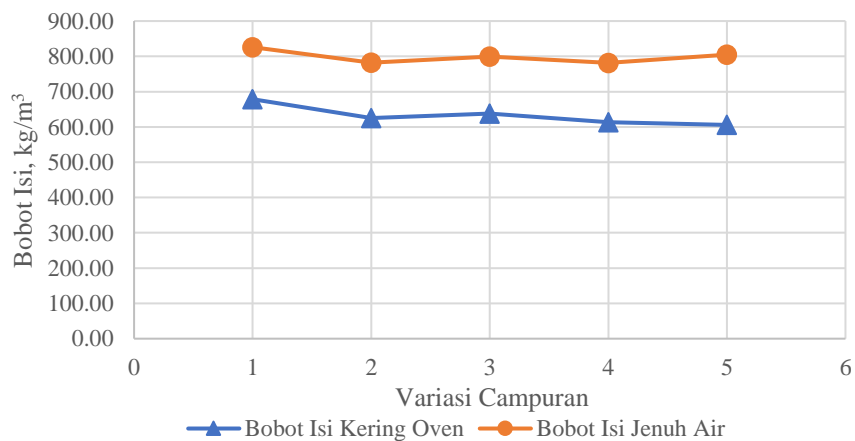
nilai MHB dari CKS yang tergolong rendah, mengakibatkan banyak rongga-rongga yang dihasilkan dari penggunaan CKS.

**Tabel 6** Hasil Pengujian Berat volume Bata Ringan

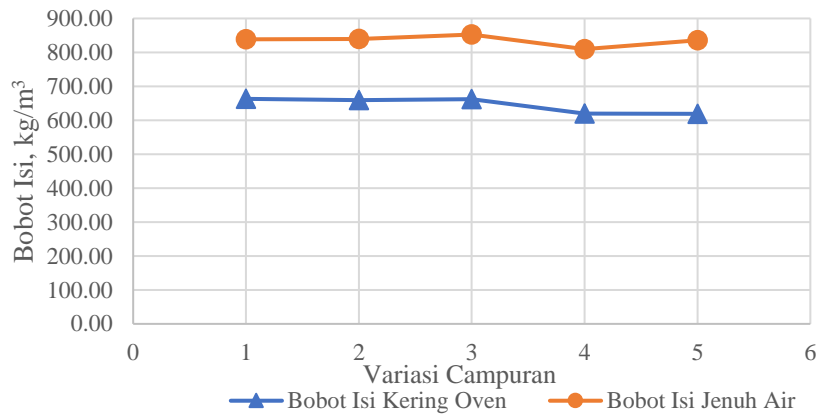
Uraian	Satuan	Normal	Variasi									
			CKS 4%	CKS 6%	CKS 8%	CKS 10%	SF 10%	SF 10% CKS 4%	SF 10% CKS 6%	SF 10% CKS 8%	SF 10% CKS 10%	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bobot Isi Nominal	kg/m <sup>3</sup>	739,94	687,74	733,40	668,45	638,24	800,54	764,15	810,67	692,78	681,46	
Bobot Isi Kering Oven	kg/m <sup>3</sup>	678,55	624,94	638,32	613,24	605,74	663,12	658,86	662,19	619,53	618,97	
Bobot Isi Jenuh Air	kg/m <sup>3</sup>	825,94	782,49	799,25	781,57	804,92	838,82	839,51	852,63	809,58	835,54	

**Tabel 7** Hasil Pengujian Penyerapan Air Bata Ringan

Uraian	Satuan	Normal	Variasi									
			CKS 4%	CKS 6%	CKS 8%	CKS 10%	SF 10%	SF 10% CKS 4%	SF 10% CKS 6%	SF 10% CKS 8%	SF 10% CKS 10%	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bobot Isi Nominal	kg/m <sup>3</sup>	739,94	687,74	733,40	668,45	638,24	800,54	764,15	810,67	692,78	681,46	
Bobot Isi Kering Oven	kg/m <sup>3</sup>	678,55	624,94	638,32	613,24	605,74	663,12	658,86	662,19	619,53	618,97	
Bobot Isi Jenuh Air	kg/m <sup>3</sup>	825,94	782,49	799,25	781,57	804,92	838,82	839,51	852,63	809,58	835,54	
Penyerapan Air	% vol	14,74	15,75	16,09	16,83	19,92	17,57	18,06	19,04	19,00	21,66	



**Gambar 8** Berat volume Bata Ringan dengan CKS



**Gambar 9** Berat volume Bata Ringan dengan CKS & Silica Fume

### Penyerapan Air

Pada bata ringan yang telah berumur 28 hari dan telah dipotong berukuran 20x20x10 cm, kemudian, dilakukan pengujian penyerapan air. Nilai penyerapan air didapatkan dari persamaan.

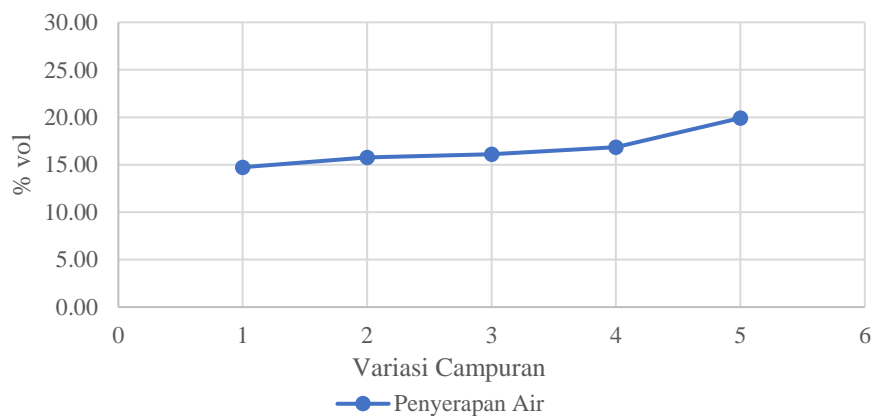
$$\text{Penyerapan Air} = \frac{BIA - BIO}{1000} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

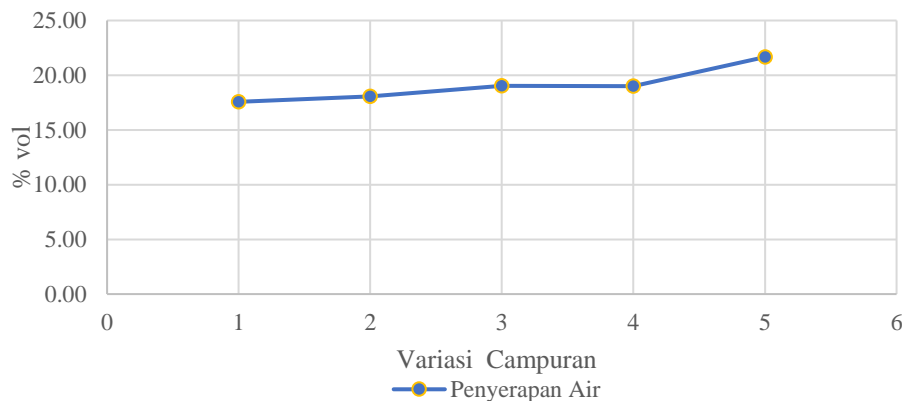
*BIA* = berat volume jenuh air

*BIO* = berat volume kering oven

Penggunaan CKS menyebabkan tingkat penyerapan air meningkat pada bata ringan yang dapat dilihat pada Gambar 10 dan Gambar 11. Tingkat penyerapan air pada bata ringan mengacu pada SNI 8640-2018, telah memenuhi syarat dengan maksimal penyerapan air sebesar 25%. Peningkatan penyerapan air dengan penggunaan CKS ini dapat disebabkan oleh sifat dasar dari CKS yang memiliki tingkat penyerapan air lebih besar dibandingkan dengan pasir. Penggunaan *silica fume* tidak memberikan efek signifikan dalam penyerapan air.



**Gambar 10** Penyerapan Air Bata Ringan dengan CKS



**Gambar 11** Penyerapan Air Bata Ringan dengan CKS & *Silica Fume*

#### 4. KESIMPULAN

Bata ringan dengan penggunaan CKS dan *silica fume* sebagai campuran pengganti agregat halus dan semen pada variasi 4%, 6%, 8%, dan 10% mengalami penurunan kuat tekan seiring dengan penambahan proporsi CKS. Nilai kuat tekan tertinggi terdapat pada bata ringan dengan campuran 6% CKS dan 10% *silica fume*, yaitu sebesar 0,663 MPa. Sedangkan kuat tekan terendah dengan campuran 10% CKS sebesar 0,344 MPa.

CKS yang memiliki karakteristik berat volume yang lebih ringan dari agregat halus pasir memberikan efek bobot isi yang lebih ringan seiring dengan penambahan CKS dibandingkan dengan pasir. Bobot isi kering bata ringan dengan campuran CKS dan *silica fume* telah memenuhi kategori bobot isi 700 kg/m<sup>3</sup> dengan rentang 600 kg/m<sup>3</sup> hingga 800 kg/m<sup>3</sup> sesuai SNI 8640-2018 dengan bobot isi terendah sebesar 605,74 kg/m<sup>3</sup> dan tertinggi sebesar 678,55 kg/m<sup>3</sup>.

Sifat dasar CKS dengan penyerapan air yang lebih besar dari pasir, mengakibatkan tingkat penyerapan air meningkat seiring dengan penambahan proporsi CKS. Nilai penyerapan air tertinggi mencapai 21,66% pada campuran CKS dan *silica fume*, serta 19,92% pada campuran cangkang kelapa sawit tanpa *silica fume*. Nilai penyerapan air terendah didapatkan pada campuran dengan variasi normal, yaitu sebesar 14,47%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Siagian, "Analisis Sifat Mekanik dan Sifat Fisik Bata Ringan CLC dengan Variasi Palm Oil Fuel Ash (POFA) sebagai Cement Replacement," 2021.
- [2] D. Arita, A. Kurniawandy, and H. Taufik, "Tinjauan Kuat Tekan Bata Ringan Menggunakan Bahan Tambah Foaming Agent," vol. 4, no. 1, pp. 1–8, 2017.
- [3] L. Prasetyo and F. A. Oddang, "Pemanfaatan Limbah Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Bahan Pembuatan Bata Ringan," *Prosiding SENTRA (Seminar Teknologi dan ...)*, pp. 91–93, 2019, [Online]. Available: <http://research-report.umm.ac.id/index.php/sentra/article/view/3239>
- [4] A. Sismantoro, "Karakterisasi Bahan Akustik Poliuretan Berpenguat Partikel Cangkang Kelapa Sawit," pp. 1–120, 2017.
- [5] Supriyanto, A. Hidayat, and A. Ariyanto, "Pengaruh Penambahan Cangkang Sawit Terhadap Kuat Tekan Beton F'c 30 Mpa," 2013.
- [6] D. Oktarina and Natalina, "Penggunaan Cangkang Kelapa Sawit Untuk Bata Beton Ringan," *Jurnal Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Malahayati*, vol. 2, no. 1, pp. 8–12, 2018.
- [7] E. S. Philips, R. N. Mutuku, and J. N. Mwero, "Palm Kernel Shell as Partial Replacement for Normal Weight Aggregate in Concrete," *Civil and environmental research*, vol. 9, no. 11, pp. 40–47, 2017.
- [8] F. A. Oddang, "Analisis Batako Dengan Limbah Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Substitusi Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Dan Berat Jenis," 2019, [Online]. Available: <http://eprints.umm.ac.id/54160/>
- [9] R. Suryanita, *Perilaku Mekanik Bata Ringan Cellular Lightweight Concrete (CLC) dengan Campuran Silica Fume*, vol. 1999, no. December. 2020.

- [10] Y. Yue, J. J. Wang, and Y. Bai, "Tracing the status of silica fume in cementitious materials with Raman microscope," *Constr Build Mater*, vol. 159, pp. 610–616, Jan. 2018, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2017.11.015.
- [11] I. P. A. Widnyana, Hariyadi, and N. N. Kenacanawati, "Pengaruh Penggunaan Pasir & Silica Fume Pada Campuran Bahan Terhadap Kinerja Beton Berpori," 2018.
- [12] Y. Subagiono, H. Maizir, and R. Suryanita, "Perilaku Mekanik Bata Ringan Dengan Penambahan Silica Fume," *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, vol. 16, no. 3, p. 194, 2020, doi: 10.25077/jrs.16.3.194-204.2020.
- [13] D. Falliano, L. Restuccia, G. A. Ferro, and E. Gugliandolo, "Strategies to increase the compressive strength of ultra-lightweight foamed concrete," in *Procedia Structural Integrity*, Elsevier B.V., 2020, pp. 1673–1678. doi: 10.1016/j.prostr.2020.10.141.
- [14] BSN, *SNI 8640-2018 "Spesifikasi bata ringan untuk pasangan dinding."* 2018.
- [15] U. J. Alengaram, B. A. Al Muhit, and M. Z. Bin Jumaat, "Utilization of oil palm kernel shell as lightweight aggregate in concrete - A review," *Constr Build Mater*, vol. 38, pp. 161–172, 2013, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2012.08.026.
- [16] M. Kozłowski, "Mechanical Characterization of Lightweight Foamed Concrete," vol. 2018, 2018.