



Terbit online pada laman web jurnal : <http://jurnal.sttp-yds.ac.id>

SAINSTEK
(e-Journal)

| ISSN (Print) 2337-6910 | ISSN (Online) 2460-1039 |



Komposisi Optimal Campuran Bata Ringan *Silica Fume* Berdasarkan Kuat Tekan

Rizki Zulapriansyah^a, Reni Suryanita^b, Harnedi Maizir^c

^aJurusan Teknik Sipil Universitas Riau, Tampan, Pekanbaru 28292, Indonesia

^bJurusan Teknik Sipil Universitas Riau, Tampan, Pekanbaru 28292, Indonesia

^cSekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru, Sukajadi, Pekanbaru 28124, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 22 Agustus 2019

Revisi Akhir: 07 September 2020

Diterbitkan Online: 31 Desember 2020

KATA KUNCI

Bata ringan. *Cellular Lightweight Concrete*. *Silica Fume*. Kuat tekan. *Silica Fume*

KORESPONDENSI

Telepon: "+62 (0761) 66596"

E-mail: Reni.suryanita@eng.unri.ac.id

ABSTRACT

Bata ringan seluler adalah bata ringan berpori dimana pembentukan pori dilakukan secara mekanika melalui penambahan senyawa pembusa (*foaming agent*). Jumlah pori yang banyak dan juga besar pada bata ringan seluler membatasi kekuatan dari bata ringan tersebut. *Silica fume* adalah bahan pengganti semen yang mampu meningkatkan nilai kuat tekan beton karena meningkatkan daya ikat antar agregat. Penelitian ini bertujuan mengkaji komposisi optimal campuran bata ringan seluler dengan *silica fume* berdasarkan nilai kuat tekan. Pengujian pada bata ringan meliputi uji kuat tekan pada umur 3, 7, 14, 21 dan 28 hari. Perencanaan komposisi campuran bata ringan mengacu pada Modul Kementerian Pekerjaan Umum untuk teknologi timbunan material ringan mortar-busa untuk konstruksi jalan. Terdapat 5 variasi komposisi bata ringan berdasarkan perbedaan persentase *silica fume* terhadap jumlah semen yang digunakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan terbesar pada umur 3, 7, 14, 21 dan 28 hari adalah kuat tekan komposisi ke 3 dengan komposisi *silica fume* sebanyak 1% dari berat semen. Kuat tekan variasi ke 3 pada umur 3, 7, 14, 21 dan 28 hari adalah 0,35 MPa, 0,57 MPa, 0,77 MPa, 0,83 MPa dan 0,87 MPa. Penelitian ini penting dilakukan sebagai masukan kepada produsen bata ringan agar dapat mengetahui pengaruh *silica fume* terhadap kenaikan kuat tekan bata ringan serta komposisi optimal dari *silica fume* pada bata ringan konvensional.

1. PENDAHULUAN

Pada pengerjaan proyek bangunan, material yang digunakan pada dinding akan mempengaruhi kualitas bangunan tersebut, dinding memiliki fungsi sebagai pelindung penghuni bangunan terhadap cuaca dan juga sebagai pembatas antara ruangan pada bangunan. Bata merah merupakan bahan utama yang paling banyak digunakan untuk pembuatan dinding luar bangunan atau dinding pembatas antara suatu ruangan dengan ruangan lainnya.

Perkembangan teknologi bahan bangunan yang terus berkembang pesat menghasilkan material baru yang

dapat digunakan untuk bahan utama pembuatan dinding bangunan, yaitu bata ringan. Manfaat utama penggunaan bata ringan adalah untuk mengurangi beban dinding yang dikategorikan sebagai beban mati pada perhitungan struktur, sehingga apabila digunakan pada pembangunan gedung tinggi akan dapat secara signifikan mengurangi berat sendiri bangunan yang kemudian akan berdampak pada perhitungan pembebanan fondasi.

Salah satu jenis bata ringan yang beredar adalah bata ringan *Cellular Lightweight Concrete* (CLC). Menurut [1] Bata ringan CLC adalah beton seluler (berpori) yang mengalami proses *curing* secara alamiah. Komposisi bata ringan CLC antara lain : pasir, semen, air, dan *foaming agent* (penghasil busa).

Sedangkan menurut [2] bata ringan CLC adalah beton konvensional yang mana agregat kasar (kerikil) digantikan oleh udara, dalam prosesnya menggunakan busa organik yang sangat stabil dan tidak ada reaksi kimia ketika proses pencampuran adonan, *foam*/busa berfungsi sebagai media untuk membungkus udara.

Partikel terkecil bahan penyusun beton konvensional adalah semen. Supaya mengurangi porositas semen dapat digunakan aditif yang bersifat *pozzolan* dan mempunyai partikel sangat halus. Salah satu aditif tersebut adalah *silica fume*, menurut [3] *silica fume* adalah produk sampingan abu pembakaran dari proses pembuatan *silicon metal* atau *silicon alloy* dalam tungku pembakaran listrik. Pada teknologi beton, *silica fume* digunakan sebagai pengganti sebagian dari semen atau bahan tambahan pada saat sifat khusus beton dibutuhkan, seperti penempatan mudah, kekuatan tinggi dan permeabilitas rendah [4].

Bata ringan yang memiliki banyak pori-pori tentunya akan membatasi kekuatan dari bata tersebut dan membuat bata lebih rapuh. Maka dari itu pada penelitian ini dilakukan penambahan bahan aditif berupa *silica fume* dengan tujuan untuk menambah kuat tekan dan mengurangi kerapuhan dari bata ringan biasa. Penelitian ini dilakukan untuk menguji penambahan kuat tekan dan komposisi campuran optimal dari bata ringan dengan tambahan bahan aditif *silica fume*. Studi eksperimental ini penting dilakukan sebagai masukan kepada produsen bata ringan agar dapat mengetahui pengaruh *silica fume* terhadap kenaikan kuat tekan bata ringan serta komposisi optimal dari *silica fume* pada bata ringan konvensional.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bata Ringan Cellular Lightweight Concrete

Bata ringan CLC atau biasa juga disebut beton busa (*foam concrete*) adalah bata ringan di mana pembentukan pori dilakukan secara mekanika melalui penambahan senyawa pembusa (*foaming agent*) yang dicampurkan sebagian air terlebih dahulu atau dicampur langsung ke dalam adukan [5]. Sedangkan menurut [6] Beton busa adalah beton yang sebagian besar tidak mengandung agregat kasar, hanya pasir halus, semen, air, dan busa (*foam*). Gambar *foam* yang digunakan untuk CLC dapat dilihat pada Gambar 1. Menurut [7] penambahan *foaming agent* berfungsi sebagai media untuk membungkus gelembung-gelembung udara agar terjebak di dalam bata ringan, struktur gelembung tersebut harus mampu bertahan selama periode pengerasan (*curing*).



Gambar 1. *Foam* yang Digunakan dalam Pembuatan Bata Ringan CLC [7]

[8] mengatakan tidak ada metode standar untuk proporsional beton ringan seluler seperti beton konvensional. Berdasarkan dari literatur yang diulas, cukup signifikan bahwa kepadatan adalah faktor utama yang harus dipertimbangkan untuk pembuatan beton ringan seluler. Sifat-sifat beton ringan seluler secara langsung atau tidak langsung berkaitan dengan kepadatannya, seperti kekuatan beton ringan seluler menurun secara eksponensial dengan pengurangan kepadatannya.

Berdasarkan penelitian [6] mengatakan beton busa diproduksi dengan memadukan pasta semen, dengan busa pra-pembentukan (*pre-formed foam*) yang diproduksi secara terpisah. Kepadatan beton busa ditentukan oleh rasio busa terhadap bubur dan kisaran kepadatan biasanya antara 300 sampai 1600 kg/m³. Beton busa dibuat dengan distribusi seragam gelembung udara di seluruh massa beton. Sel busa harus memiliki dinding yang tetap stabil selama pencampuran, pengangkutan, pemompaan, dan penempatan beton segar. Gambar pori yang dihasilkan



oleh busa (*foam*) yang dimasukkan dalam campuran beton busa dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2. Pori pada Beton CLC Akibat Campuran Busa *Foaming Agent* [6]

2.2. Bahan-bahan Campuran Bata Ringan

Bahan material penyusun bata ringan meliputi semen *portland*, pasir, air, *foaming agent*, dan bahan *additive*. Komposisi campuran bata ringan mempengaruhi terhadap kualitas bata ringan yang dihasilkan. Oleh karena itu, sifat dan karakteristik masing-masing bahan material yang digunakan perlu diketahui agar dapat menentukan komposisi material yang digunakan secara tepat.

2.3.1. Semen Portland

Semen *portland* adalah semen hidraulis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidraulis dan bahan tambahan berupa *gypsum* [9]. Fungsi semen adalah untuk mengikat butir-butir agregat agar menjadi suatu massa yang kompak atau padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butir agregat sebesar 10% dari volume beton.

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen *Portland Composite Cement* (PCC). Menurut [10] Semen Portland Komposit merupakan hasil pencampuran antara bubuk semen portland dengan bubuk bahan anorganik lain. Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi (*blast furnace slag*), pozzolan, senyawa silikat, batu kapur, dengan kadar total bahan anorganik 6% hingga 25% dari massa semen *portland* komposit.

2.3.2. Foaming Agent

Menurut [11] *Foaming agent* adalah suatu larutan pekat dari bahan *surfaktan*, dimana apabila hendak digunakan harus dilarutkan dengan air. Dicampurnya gelembung-gelembung gas/udara dari *foaming agent* dalam adukan semen akan menghasilkan pori-pori udara di dalam beton.

Menurut [7] *surfaktan* yang digunakan dalam *foaming agent* adalah *foam cement admixture* dengan menggunakan *foam generator* yang dapat menghasilkan *pre foam* awal yang stabil dalam kondisi basa, oleh karena itu cocok untuk digunakan pada produksi mortar yang mengandung busa. Jumlah *pre foam* yang akan ditambahkan ke dalam *premixed* mortar harus dikontrol agar tercapai berat jenis yang diinginkan.

2.3.3. Agregat Halus

Berdasarkan [12] Agregat halus atau pasir diartikan sebagai agregat dengan besar butir maksimum 4,76 mm berasal dari alam atau hasil olahan. Menurut [7] pasir yang digunakan untuk pencampuran bata ringan harus dilakukan pengujian *properties* agregat halus terlebih dahulu. Hal ini dilakukan untuk mengetahui sifat karakteristik agregat yang akan digunakan serta dapat

dilakukan perhitungan *mix design* bata ringan dengan kuat tekan yang direncanakan. Pemeriksaan *properties* agregat terdiri dari beberapa pengujian seperti kadar air, berat volume, berat jenis, analisis saringan, kadar lumpur, serta kadar organik. Pemeriksaan *properties* agregat halus harus dilakukan dengan mengikuti standar yang ada dari setiap pengujian.

2.3.4. Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan [13].

Syarat air yang dapat digunakan dalam proses pencampuran beton menurut [14] adalah :

1. Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan.
2. Air pencampur yang digunakan pada beton prategang atau pada beton yang di dalamnya tertanam logam aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.
3. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama dan hasil pengujian pada umur 7 dan 28 hari pada kubus uji mortar yang dibuat dari adukan dengan air yang tidak dapat diminum harus mempunyai kekuatan sekurang-kurangnya sama dengan 90% dari kekuatan benda uji yang dibuat dengan air yang dapat diminum.

2.3.5. Silica Fume

Silica Fume adalah hasil produksi sampingan dari reduksi kuarsa murni (SiO_2) dengan batu bara di tanur listrik dalam pembuatan campuran silikon atau ferro silikon. Silika fume mengandung kadar SiO_2 yang tinggi, dan merupakan bahan yang sangat halus, bentuk bulat, yang berdiameter 1/100 kali diameter semen [13]. Menurut [15] penggunaan *silica fume* sebagai pengganti semen terhadap kuat tekan beton *porous* secara umum dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton *porous* karena meningkatkan *bonding* atau daya ikat antar agregat.

Ditinjau dari sifat mekanik, secara geometrikan *silica fume* mengisi rongga-rongga di antara bahan semen. Pengisian rongga-rongga dalam beton ini berdampak pada peningkatan kuat tekan beton secara signifikan. *Silica fume* bersifat *pozzolan* sehingga akan bereaksi dengan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang merupakan residu dari reaksi semen dan air semen menghasilkan $\text{C}_3\text{S}_2\text{H}_3$. $\text{C}_3\text{S}_2\text{H}_3$ inilah yang merupakan sumber kekuatan beton [13]. Selain itu *silica fume* juga memberikan beberapa efek lain campuran beton basah dan beton keras.

2.3.6. Bahan Tambah (Admixture)

Bahan tambah yang digunakan pada penelitian ini adalah *Sikament NN* dari PT. Sika Indonesia. *Sikament NN* adalah *superplasticizer* dengan pengurang air dalam jumlah besar dan mempercepat pengerasan beton. Berdasarkan [16] *Sikament NN* termasuk dalam bahan tambah tipe F.

3. METODOLOGI

3.1. Perencanaan Campuran

Perencanaan campuran bata ringan dilakukan untuk mendapatkan komposisi rencana dari bahan-bahan penyusun yang digunakan untuk campuran bata ringan. Perencanaan campuran mengacu pada hasil dari pengujian karakteristik bahan-bahan penyusun yang telah dilakukan. Bahan penyusun yang digunakan dalam pembuatan bata ringan adalah semen *portland*, air, *foaming agent*, agregat halus, zat *additive Sikament NN* dan *Silica Fume*. Semua bahan penyusun yang digunakan untuk pembuatan bata ringan dicampur menggunakan mesin *mixer* bata ringan dengan komposisi sesuai dengan yang telah direncanakan.

Perencanaan komposisi campuran mengacu pada beberapa penelitian terdahulu, komposisi campuran beton pada umumnya di mana digunakan perbandingan komposisi 1:2 untuk semen dan pasir, juga berdasarkan modul Kementerian Pekerjaan Umum untuk teknologi timbunan material ringan mortar-busa untuk konstruksi jalan, rasio air semen yang digunakan adalah 0,5. *Density* campuran yang direncanakan adalah 0,85 sampai 0,90 kg/L. Sedangkan untuk variasi bahan tambah *silica fume* digunakan komposisi yang disarankan pada informasi penggunaan produk Sika Fume PT. Sika Indonesia yaitu 1% sampai 10% dari berat semen.

Benda uji berbentuk bata ringan dengan ukuran panjang 60 cm, lebar 10 cm, dan tinggi 20 cm sebanyak 15 buah di setiap variasi *silica fume* yang digunakan. Variasi bahan aditif *silica fume* yang digunakan yaitu 0%, 0,5%, 1%, 3% dan 5% dari berat semen. Pengujian yang dilakukan adalah uji kuat tekan pada umur 3, 7, 14, 21

dan 28 hari. Rangkuman variasi komposisi dapat dilihat pada Tabel 1.

No	Semen (kg)	Pasir (kg)	Busa Foaming Agent (kg)	Silica Fume (kg)	FAS	Sikament NN(mm)
1	50,76	101,74	6,5	0	0,50	200
2	50,76	101,74	6,5	0,25	0,50	200
3	50,76	101,74	6,5	0,50	0,50	200
4	50,76	101,74	6,5	1,52	0,50	200
5	50,76	101,74	6,5	2,53	0,50	200

Tabel 1. Variasi Komposisi Benda Uji

3.2. Pembuatan Benda Uji

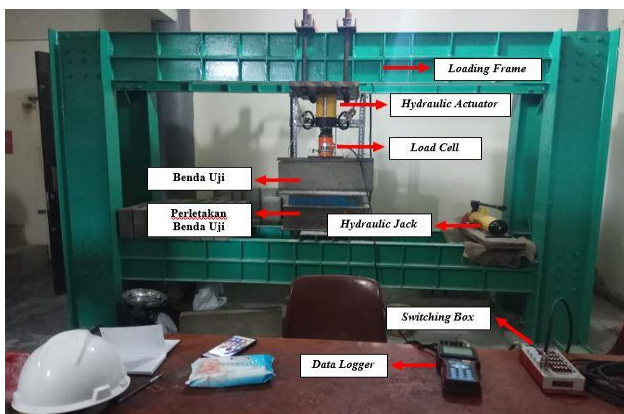
Sebelum dilakukannya pembuatan bata ringan, material campuran bata ringan yang digunakan ditimbang terlebih dahulu sesuai dengan komposisi yang telah direncanakan. Material yang digunakan dalam pembuatan benda uji yaitu, semen *Portland*, agregat halus, air, *foaming agent*, *Silica Fume* dan zat adiktif *Sikament NN*. Adapun langkah-langkah pembuatan dan pencampuran bata ringan sebagai berikut :

- Cetakan bata ringan diolesi dengan oli supaya bata ringan yang sudah kering tidak menempel dan mudah dilepas.
- Cetakan bata ringan yang sudah diolesi oli kemudian disusun dengan rapat supaya tidak ada kebocoran saat dilakukan penuangan campuran benda uji ke dalam cetakan.
- Mesin *mixer* bata ringan disiapkan dalam kondisi bersih agar tidak ada material lain yang tercampur ke dalam campuran benda uji.
- Foaming Agent* dimasukkan kedalam *foam generator* bersama dengan air sesuai takaran pemakaian, *foam generator* akan mencampur *foaming agent* dan air sehingga menjadi busa yang akan digunakan untuk campuran bata ringan.
- Semen, agregat halus dan air ditimbang sesuai dengan komposisi rencana.
- Material yang telah ditimbang dimasukkan ke dalam mesin pengaduk, masukkan material sesuai urutan berikut :
 - Memasukkan air ke dalam mesin *mixer* yang telah dihidupkan.
 - Selanjutnya memasukkan agregat halus, semen dan *silica fume* kemudian tunggu hingga campuran merata.

3. Setelah tercampur masukkan *foaming agent* ke dalam campuran material.
4. Setelah semuanya tercampur timbang 1 liter campuran menggunakan timbangan, periksa *density* dari campuran tersebut. Jika sudah sesuai dengan *density* rencana maka pencampuran sudah benar.
5. Selanjutnya menuangkan 200 ml *Sikament* untuk membuat campuran cepat mengeras.
- g. Campuran benda uji kemudian dikeluarkan dari mesin *mixer* dan dituangkan ke dalam cetakan sampai penuh dan permukaan campuran pada cetakan diratakan.
- h. Benda uji dikeringkan dalam cetakan selama 3 hari, selama 3 hari benda uji pada cetakan disiram dengan air untuk perawatan. Setelah 3 hari benda uji dibuka dari cetakan.
- i. Benda uji kemudian dilepas dari cetakan dan disimpan pada suhu ruangan selama 28 hari.
- j. Pengujian kuat tekan bata ringan dilakukan menggunakan *loading frame* pada umur 3, 7, 14, 21 dan 28 hari.

3.3. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan bata ringan dilakukan di *Workshop* PT. Harista Karsa Mandiri Pekanbaru dengan menggunakan *Loading Frame*. Pengujian kuat tekan bertujuan untuk mengetahui kuat tekan dari bata ringan dengan tambahan *Silica Fume* dan tanpa *Silica Fume*. Pengujian kuat tekan bata ringan dilakukan saat umur bata ringan 3, 7, 14, 21 dan 28 hari. *Setting* alat peralatan



pengujian kuat tekan dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3. Setting Peralatan Uji Kuat Tekan

Sedangkan prosedur pengujian kuat tekan bata ringan adalah sebagai berikut:

- a. Alat-alat pengujian yaitu *loading frame*, *switching box*, *data longger*, *load cell*, *hydraulic*

actuator, *jack hidraulic*, dan plat tumpuan sampel dipersiapkan untuk pengujian.

- b. Sebelum dilakukan pengujian kuat tekan bata ringan ditimbang terlebih dahulu. Selanjutnya bata ringan diletakkan di *loading frame* diatas plat tumpuan sampel.
- c. *Load cell* diletakkan di atas bata ringan, kemudian alat pengujian dijalankan dengan memompa *hydraulic jack* sehingga *load cell* memberikan beban kepada benda uji, pemompaan terus dilakukan hingga bata ringan hancur dan didapat nilai pembebanan maksimum, nilai kuat tekan akan tersimpan pada *data logger*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kekuatan bata ringan dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu karakteristik dari material pembentuk bata ringan, faktor air semen, cara pengadukan, komposisi campuran, mesin pengadukan yang digunakan, serta perawatan dalam proses pengerasan. Pada penelitian ini bata ringan diuji kuat tekan saat berumur 3, 7, 14, 21, dan

No. Komposisi	Kuat Tekan Rerata (MPa)				
	3 Hari	7 Hari	14 Hari	21 Hari	28 Hari
1	0,19	0,32	0,41	0,44	0,47
2	0,33	0,53	0,72	0,78	0,82
3	0,35	0,57	0,77	0,83	0,87
4	0,28	0,41	0,61	0,67	0,70
5	0,24	0,34	0,53	0,57	0,61

28 hari dari mulai penuangan campuran ke cetakan. Setiap pengujian digunakan 3 buah sampel bata ringan dengan ukuran tinggi 20 cm, lebar 10 cm, dan Panjang 60 cm. Hasil pengujian kuat tekan dapat dilihat pada Gambar 4.

Gambar 4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Bata Ringan

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan yang dapat dilihat pada Gambar 4. Pada umur 3 hari kuat tekan rerata variasi 1 yang merupakan komposisi bata ringan biasa adalah 0,19 MPa. Jika kuat tekan rerata pada umur 3 hari variasi 1 dibandingkan dengan kuat tekan rerata umur 3 hari variasi lainnya yang ditambah campuran *silica fume*, maka variasi 2 yang memiliki campuran *silica fume* 0,5% dari berat semen mengalami kenaikan kuat tekan sebanyak 0,14 MPa atau 75,88%. Variasi 3 dengan campuran *silica fume* 1% dari berat semen mengalami kenaikan kuat tekan sebanyak 0,16 MPa atau 87,75%, variasi 4 dengan campuran *silica fume* 3% dari berat semen mengalami kenaikan kuat tekan sebanyak 0,09 MPa atau 49,55%, dan variasi 5 dengan campuran *silica*

fume 5% dari berat semen mengalami kenaikan kuat tekan sebanyak 0,06 MPa atau 31,34%.

Pada umur 7 hari kuat tekan rerata variasi 1 yang merupakan komposisi bata ringan biasa adalah 0,32 MPa. Jika kuat tekan rerata pada umur 7 hari variasi 1 dibandingkan dengan kuat tekan rerata umur 7 hari variasi lainnya yang ditambah campuran *silica fume*, maka variasi 2 yang memiliki campuran *silica fume* 0,5% dari berat semen mengalami kenaikan kuat tekan sebanyak 0,22 MPa atau 68,53%. Variasi 3 dengan campuran *silica fume* 1% dari berat semen mengalami kenaikan kuat tekan sebanyak 0,25 MPa atau 79,63%, variasi 4 dengan campuran *silica fume* 3% dari berat semen mengalami kenaikan kuat tekan sebanyak 0,09 MPa atau 29,53%, dan variasi 5 dengan campuran *silica fume* 5% dari berat semen mengalami kenaikan kuat tekan sebanyak 0,02 MPa atau 6,82%.

Pada umur 14 hari kuat tekan rerata variasi 1 yang merupakan komposisi bata ringan biasa adalah 0,41 MPa. Jika kuat tekan rerata pada umur 14 hari variasi 1 dibandingkan dengan kuat tekan rerata umur 14 hari variasi lainnya yang ditambah campuran *silica fume*, maka variasi 2 yang memiliki campuran *silica fume* 0,5% dari berat semen mengalami kenaikan kuat tekan sebanyak 0,31 MPa atau 75,33%. Variasi 3 dengan campuran *silica fume* 1% dari berat semen mengalami kenaikan kuat tekan sebanyak 0,36 MPa atau 87,46%, variasi 4 dengan campuran *silica fume* 3% dari berat semen mengalami kenaikan kuat tekan sebanyak 0,20 MPa atau 49,55%, dan variasi 5 dengan campuran *silica fume* 5% dari berat semen mengalami kenaikan kuat tekan sebanyak 0,12 MPa atau 30,51%.

Pada umur 21 hari kuat tekan rerata variasi 1 yang merupakan komposisi bata ringan biasa adalah 0,44 MPa. Jika kuat tekan rerata pada umur 21 hari variasi 1 dibandingkan dengan kuat tekan rerata umur 21 hari variasi lainnya yang ditambah campuran *silica fume*, maka variasi 2 yang memiliki campuran *silica fume* 0,5% dari berat semen mengalami kenaikan kuat tekan sebanyak 0,34 MPa atau 74,88%. Variasi 3 dengan campuran *silica fume* 1% dari berat semen mengalami kenaikan kuat tekan sebanyak 0,39 MPa atau 87,56%, variasi 4 dengan campuran *silica fume* 3% dari berat semen mengalami kenaikan kuat tekan sebanyak 0,22 MPa atau 50,59%, dan variasi 5 dengan campuran *silica fume* 5% dari berat semen mengalami kenaikan kuat tekan sebanyak 0,13 MPa atau 28,75%.

Kemudian pada umur 28 hari kuat tekan rerata variasi 1 yang merupakan komposisi bata ringan biasa adalah 0,44 MPa. Jika kuat tekan rerata pada umur 28 hari

variasi 1 dibandingkan dengan kuat tekan rerata umur 28 hari variasi lainnya yang ditambah campuran *silica fume*, maka variasi 2 yang memiliki campuran *silica fume* 0,5% dari berat semen mengalami kenaikan kuat tekan sebanyak 0,35 MPa atau 75,88%. Variasi 3 dengan campuran *silica fume* 1% dari berat semen mengalami kenaikan kuat tekan sebanyak 0,41 MPa atau 87,46%, variasi 4 dengan campuran *silica fume* 3% dari berat semen mengalami kenaikan kuat tekan sebanyak 0,23 MPa atau 49,55%, dan variasi 5 dengan campuran *silica fume* 5% dari berat semen mengalami kenaikan kuat tekan sebanyak 0,14 MPa atau 30,50%.

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan komposisi 4 dan 5, meskipun masih lebih tinggi dari nilai kuat tekan bata ringan biasa atau komposisi 1, tetapi tidak menjadi komposisi dengan kuat tekan tertinggi pada umur 28 hari. Hasil ini sesuai dengan penelitian terdahulu yang mengatakan penggunaan *silica fume* yang terlalu banyak dapat menurunkan mutu beton, dikarenakan penyerapan air yang terlalu besar oleh *silica fume* sehingga air yang dibutuhkan untuk hidrasi tidak cukup dan proses hidrasi menjadi tidak sempurna sehingga mengakibatkan kekuatan beton menjadi rendah. Sehingga komposisi optimal bata ringan dengan campuran bahan tambah *silica fume* adalah komposisi nomor 3 dengan tambahan *silica fume* sebanyak 1% dari berat semen.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian sifat mekanik kuat tekan bata ringan terhadap 5 variasi komposisi *silica fume* yang berbeda dengan 3 sampel uji untuk masing-masing komposisi, maka dapat diberikan kesimpulan dan saran sebagai berikut:

1. Hasil pengujian kuat tekan bata ringan umur 28 hari untuk komposisi 1 sebesar 0,47 MPa, komposisi 2 sebesar 0,82 MPa, komposisi 3 sebesar 0,87 MPa, komposisi 4 sebesar 0,70 MPa, dan komposisi 5 sebesar 0,61 MPa.
2. Komposisi dengan kenaikan kuat tekan terbesar adalah komposisi 3, memiliki kuat tekan pada umur 3, 7, 14, 21 dan 28 hari sebesar 0,35 MPa, 0,57 MPa, 0,77 MPa, 0,83 MPa dan 0,87 MPa. Pada komposisi 3 digunakan tambahan *silica fume* sebanyak 1% dari berat semen. Maka komposisi 3 adalah yang paling optimal untuk komposisi campuran bata ringan dengan tambahan *silica fume*.
3. Pengaruh bahan tambah *silica fume* terhadap kuat tekan bata ringan adalah peningkatan kuat tekan yang tinggi. Dibandingkan dengan kuat tekan pada umur 28 hari komposisi 1 yang tidak ditambah

silica fume yaitu 0,47 MPa, maka komposisi 2 pada umur 28 hari dengan tambahan *silica fume* 0,5% dari berat semen meningkatkan kuat tekan bata ringan sebanyak 0,35 MPa atau 75,88%. Komposisi 3 pada umur 28 hari dengan tambahan *silica fume* 1% dari berat semen meningkatkan kuat tekan sebanyak 0,41 MPa atau 87,46%. Komposisi 4 pada umur 28 hari dengan tambahan *silica fume* 3% dari berat semen meningkatkan kuat tekan sebanyak 0,23 MPa atau 49,55%. Serta komposisi 5 pada umur 28 hari dengan tambahan *silica fume* 5% dari berat semen meningkatkan kuat tekan sebanyak 0,14 MPa atau 30,51%.

4. Perawatan benda uji dilakukan dengan sebaik-baiknya. Sampel tidak boleh hancur sebelum dilakukan pengujian.
5. Pastikan campuran bata ringan sudah teraduk sempurna pada saat proses *mixing*.
6. Dilakukan penelitian lebih lanjut untuk kenaikan kuat tekan bata ringan dengan bahan tambah *silica fume* dengan umur lebih dari 28 hari.
7. Dilakukan penelitian lebih lanjut dengan jumlah variasi komposisi *silica fume* yang lebih banyak agar didapat komposisi optimal yang lebih akurat.
8. Dilakukan penelitian komposisi optimal campuran bata ringan *silica fume* dengan menggunakan harga sebagai salah satu faktor penentu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Hunggurami, W. Bunganaen, and R. Y. Muskanan, "Studi Eksperimental Kuat Tekan dan Serapan Air Bata Ringan Cellular Light Weight Concrete dengan Tanah Putih Sebagai Agregat," *Jur. Tek. Sipil, FST Undana*, vol. 3, no. 2, pp. 125–136, 2014.
- [2] T. A. Kristanti, N., "Studi Pembuatan Cellular Lightweight Concrete (CLC) dengan Menggunakan Beberapa Foaming Agent," 2008.
- [3] ASTM C 1240 – 03a, "Standard Specification for Silica Fume Used in Cementitious Mixtures 1," vol. 15. American Standard Testing and Material, pp. 1–6, 2003.
- [4] Y. Amran, "Pengaruh Penggunaan Silica Fume dan Sikament-NN pada Campuran Beton Mutu Tinggi Mengacu pada Metoda American Concrete Institute (ACI)," *Tek. Sipil Univ. Muhammadiyah Metro*, p. 10, 2014.
- [5] H. W. A. SriHarjanto, Prima Sony, Bambang Suharno, "Struktur mikro dan Sifat Fisik-Mekanik Beton Ringan Tanpa Pematangan dalam Autoclave (Non Autoclaved Aerated Concrete, Naac)," *Kampus Baru UI, Depok. Fak. Tek. Dep. Sipil*, pp. 139–144, 2007.
- [6] M. Jalal, A. Tanveer, K. Jagdeesh, and F. Ahmed, "Foam Concrete," *Int. J. Civ. Eng. Res.*, vol. 8, no. 1, pp. 1–14, 2017.
- [7] M. R. D. Efendi, "Studi Ekperimental Sifat Mekanik Bata Ringan Cellular Lightweight Concrete Metode Displacement Control," Universitas Riau, 2019.
- [8] R. V. S. Chandel and R. Sakale, "Study of Cellular Light Weight Concrete," *Int. J. Sci. Res. Dev.*, vol. 4, no. 07, pp. 3–8, 2016.
- [9] SNI 15-2049-2004, "Semen Portland," *Bandung: Badan Standardisasi Indonesia*. pp. 1–132, 2004.
- [10] SNI 15-7064-2004, "Semen Portland Komposit." Badan Standarisasi Nasional, p. 8, 2004.
- [11] A. A. Husin and R. Setiadji, "Pengaruh Penambahan Foam Agent Terhadap Kualitas Bata Ringan," *Pus. Litbang Permukim.*, 2008.
- [12] SNI 02-6820-2002, "Spesifikasi Agregat Halus untuk Pekerjaan Adukan dan Plesteran Dengan Bahan Dasar Semen." Badan Standarisasi Nasional, p. 8, 2002.
- [13] M. Afif, "Pengaruh Penambahan Silika Fume dan Superplasticizer dengan Semen Tipe PPC dan Semen PCC Terhadap Peningkatan Mutu Beton," Universitas Negeri Semarang, 2013.
- [14] SNI 03-2847-2002, "Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung." Badan Standarisasi Nasional, 2002.
- [15] C. R. N. Anak Agung Gde Agung Oka Widyastana, Eva Arifi, "Pengaruh Penggunaan Silica Fume dan Fly Ash Sebagai Pengganti Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Porous yang Menggunakan Rca (Recycle Coarse Aggregate)," *Jur. Tek. Sipil, Fak. Tek. Univ. Brawijaya*, p. 10, 2018.
- [16] SNI 03-2495-1991, "Spesifikasi Bahan Bambahan Untuk Beton." Yayasan LPMB, Bandung, p. 11, 1991.