

Studi Eksperimental *Cellular Lightweight Concrete* Menggunakan *Styrofoam* Sebagai Pengganti *Foam Agent* Untuk Berat Volume 800 Kg/m³

Wesli¹⁾, Muhammad Iqbal²⁾, Herman Fithra³⁾

^{1, 2)} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Malikussaleh

Email: wesli@unimal.ac.id¹⁾, muhammadiqbal7521@gmail.com²⁾,
hfithra@unimal.ac.id³⁾

(Received: 11 Oktober 2023 / Revised: 28 Oktober 2023 / Accepted: 02 November 2023)

Abstrak

Bata ringan adalah material baru pengganti bata merah yang biasanya digunakan sebagai pasangan dinding. *Styrofoam* adalah material ringan yang saat ini banyak menjadi limbah, untuk mengurangi limbah ini dilakukan penelitian pembuatan bata ringan menggunakan *styrofoam* sebagai pengganti *foam agent*. Tujuan yang ingin dicapai, untuk mengetahui besarnya nilai sifat mekanis bata ringan *styrofoam*. Metode yang digunakan adalah eksperimen. Hasil penelitian dengan variasi Bata Ringan *Foam Agent* (BRFA), Bata Ringan *Foam Agent + Superplasticizer* (BRFA+SP), Bata Ringan *Styrofoam* (BRSF), dan Bata Ringan *Styrofoam + Superplasticizer* (BRSF+SP) kuat tekan diperoleh berturut-turut sebesar 1,765 MPa, 1,911 MPa, 1,785 MPa, dan 2,335 MPa. Kuat tarik belah diperoleh berturut-turut sebesar 0,338 MPa, 0,336 MPa, 0,372 MPa, dan 0,393 MPa. Kuat lentur diperoleh berturut-turut sebesar 1,147 MPa, 1,253 MPa, 1,253 MPa, dan 1,387 MPa. Dari hasil tersebut, *styrofoam* menambah kekuatan serta elastisitas pada bata ringan. Dengan demikian, *styrofoam* dapat dijadikan pengganti *foam agent* dalam pembuatan bata ringan.

Kata kunci: *Foam agent*, kuat lentur, kuat tarik belah, kuat tekan, *styrofoam*

Abstract

Light brick is a new material to replace red brick which is usually used as a wall masonry. Styrofoam is a lightweight material that is currently a lot of waste, to reduce this waste, research was carried out on making lightweight bricks using Styrofoam as a substitute for foam agents. The purpose of this study was to determine the magnitude of the value of mechanical properties of Styrofoam lightweight bricks. The method used is experimental. The results of the study with variations of Lightweight Brick Foam Agent (BRFA), Lightweight Brick Foam Agent + Superplasticizer (BRFA + SP), Lightweight Styrofoam Brick (BRSF), and Lightweight Brick Styrofoam + Superplasticizer (BRSF + SP) compressive strength were obtained respectively of 1,765 MPa, 1,911 MPa, 1,785 MPa, and 2,335 MPa. The tensile strength was obtained by 0,338 MPa, 0,336 MPa, 0,372 MPa, and 0,393 MPa, respectively. Flexural strength was obtained at 1,147 MPa, 1,253 MPa, 1,253 MPa, and 1,387 MPa, respectively. From these results, Styrofoam adds strength and elasticity to lightweight bricks. Thus, Styrofoam can be used as a substitute for foam agents in making lightweight bricks.

Keywords: *Foam agent*, bending strength, tensile strength, compressive strength, *styrofoam*

1. Latar Belakang

Bata ringan adalah satu dari banyaknya inovasi yang terkemuka di dalam dunia konstruksi. Bata ringan adalah material yang baru sebagai pengganti bata merah yang biasanya kita gunakan sebagai pasangan dinding. Bata ringan juga sudah mulai dipergunakan pada konstruksi berskala menengah hingga skala besar (Tondok and Mastor, 2020). Bata ringan ini merupakan material bangunan yang dibuat menggunakan mesin canggih sehingga kekuatan dari bata ringan ini sangatlah kuat jika dibandingkan dengan bata merah ataupun batako. Proses dari pemasangannya juga sangatlah mudah. Bata ringan ini mempunyai berat jenis lebih kecil dibandingkan beton normal pada umumnya yakni sekitar $600-1600 \text{ kg/m}^3$ (Sujatmiko et al., 2018). Salah satu dari jenis bata ringan yang bisa digunakan dalam dunia konstruksi adalah *Cellular Lightweight Concrete (CLC)*. Bata ringan CLC merupakan beton berpori yang melewati proses *curing* secara alamiah. Bahan pembentuk dari bata ringan itu sendiri yaitu semen, pasir, air, dan juga *foam agent* (penghasil busa). Kegunaan *foam agent* adalah sebagai busa organik yang membungkus udara, sehingga menimbulkan pori yang dapat membuat bata tersebut memiliki berat volume lebih kecil (Eban et al., 2018).

Penggunaan bata ringan di Aceh, khususnya Kota Lhokseumawe serta Kabupaten Aceh Utara untuk saat ini sangatlah sedikit, bahkan bisa dikatakan tidak ada. Hal ini dikarenakan banyaknya warga yang masih memproduksi bata merah dan bata merah lah yang masih menjadi pilihan untuk dijadikan sebagai pasangan dinding di beberapa konstruksi. Data tersebut didapatkan melalui survei lapangan yang dilakukan secara langsung pada beberapa tempat di daerah Krueng Geukuh, Kecamatan Dewantara, Kabupaten Aceh Utara. Pada penelitian ini nantinya akan dilakukan pembuatan bata ringan menggunakan bahan dasar *styrofoam* sebagai pengganti *foam agent*, dikarenakan penggunaan *foam agent* ini harus menggunakan mesin khusus dan mesin tersebut sangatlah mahal berkisar $\pm \text{Rp } 15.000.000,-$.

Hasil yang diperoleh nantinya diharapkan dapat menjadi pedoman untuk edukasi para pengrajin bata merah agar mampu beralih ke bata ringan. Dengan begitu, kegiatan ini nantinya dapat membangkitkan perekonomian masyarakat khususnya para pengrajin bata merah. Dampak dari pembakaran bata merah juga akan berkurang sehingga udara yang berada di sekitar tempat pembuatan bata merah menjadi lebih segar terbebas dari asap dan juga abu.

2. Metode Penelitian

2.1 Tahapan pelaksanaan penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian yang nantinya akan dilakukan terdiri dari beberapa tahapan, mulai dari persiapan, pelaksanaan, pengujian, dan pengolahan data untuk mendapatkan hasil dari penelitian. Pada penelitian ini mulai dari awal sampai akhir terdiri dari menentukan topik, latar belakang, merumuskan masalah, dan mencari studi literatur yang berkaitan dengan penelitian ini. Tahap berikutnya adalah mempersiapkan material seperti semen Portland jenis semen padang (PCC), pasir yang dipakai ialah pasir sungai, *styrofoam* yang dipakai ialah limbah *styrofoam* yang diperoleh dari toko penjual buah-buahan serta toko elektronik, dan juga air yang dipakai ialah air Laboratorium Teknik Sipil Universitas Malikussaleh. Tahapan selanjutnya adalah melakukan pengujian sifat fisis dari material yang akan digunakan. Pengujian sifat fisis ini berupa pengujian berat jenis semen, kehalusan semen, analisa saringan agregat, berat jenis dan penyerapan air agregat, berat

volume agregat, serta kadar air agregat. Perhitungan *mix design* berdasarkan pada (SNI 7656-2012) dan juga *trial and error*. Benda uji yang nantinya akan dibuat memakai cetakan silinder berukuran $\varnothing 10 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ dan balok berukuran $60 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} \times 7,5 \text{ cm}$. Variasi pada penelitian ini yaitu target berat volume bata ringan 800 kg/m^3 , Faktor Air Semen (FAS) yang dipakai yaitu 50%, penambahan zat *admixture* berupa Sikament LN (ada yang ditambahkan dan ada juga yang tidak ditambahkan). Total sampel yang direncanakan pada penelitian ini untuk sekali pengujian ialah sejumlah 36 sampel. Perawatan bata ringan dilakukan dengan cara pemberian *caping* setebal $\pm 10 \text{ mm}$ yang terbuat dari mortar pada umur beton 2 jam-4 jam, kemudian semua sampel bata ringan akan *dicuring* selama 14 hari dan pengujiannya dilakukan tepat dihari ke 14. Ketika semua data telah didapat maka akan dilanjutkan dengan analisis dan pembahasan mengenai hasil dari penelitian ini. Lalu, dilakukan pengambilan kesimpulan terhadap penelitian ini.

2.2 Lokasi penelitian

Lokasi penelitian untuk pembuatan sampel dengan berbagai variasi dan juga untuk pengujian seluruh sampel dilakukan pada Laboratorium Program Studi Teknik Sipil, Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe-Aceh Utara. Sedangkan, untuk pembuatan sampel yang tidak bervariasi (normal) dilakukan pada Laboratorium Jurusan Teknik Sipil, Universitas Almuslim, Bireuen-Aceh. Dalam penelitian ini, untuk material *styrofoam* yang dipakai adalah limbah *styrofoam* yang diperoleh dari toko penjual buah-buahan serta toko elektronik yang berada di Kota Lhokseumawe-Aceh Utara. Semen Portland yang dipakai ialah semen Padang (PCC) yang dibeli dari toko bangunan sekitar. Pasir sungai yang dipakai diperoleh dari Kabupaten Bireuen-Aceh.

2.3 Pengumpulan data

Data primer adalah data yang diambil dari sumber datanya dan sebelum menggunakannya harus terlebih dahulu dilakukan pengolahan. Dalam penelitian ini data primer didapatkan berdasarkan hasil pengujian sifat fisis dan sifat mekanis material yang dilakukan pada Laboratorium Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh. Data-data primer tersebut diuraikan seperti yang diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Data primer

| No | Data | Parameter | Sumber | Cara Perolehan Data | Kegunaan |
|----|---------------------------|-----------|--------------------------|-------------------------|--|
| 1 | Berat semen | W | Pemeriksaan laboratorium | Ditimbang | Mengetahui sifat fisis material |
| 2 | Berat agregat halus | W | Pemeriksaan laboratorium | Ditimbang | Mengetahui sifat fisis material |
| 3 | Diameter benda uji | D | Pemeriksaan laboratorium | Diukur | Memperoleh volume benda uji |
| 4 | Tinggi benda uji silinder | T | Pemeriksaan laboratorium | Diukur | Memperoleh volume benda uji |
| 5 | Gaya tekan aksial | P | Pemeriksaan laboratorium | Pengujian sifat mekanis | Memperoleh nilai kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur |
| 6 | Panjang | L | Pemeriksaan | Diukur | Memperoleh nilai kuat |

| No | Data | Parameter | Sumber | Cara Perolehan Data | Kegunaan |
|----|--------------|-----------|--------------------------|---------------------|------------------------------|
| | benda uji | | laboratorium | | tarik belah dan kuat lentur |
| 7 | Lebar balok | b | Pemeriksaan laboratorium | Diukur | Memperoleh nilai kuat lentur |
| 8 | Tinggi balok | d | Pemeriksaan laboratorium | Diukur | Memperoleh nilai kuat lentur |

Data sekunder didapatkan dari berbagai sumber yang telah ada sebelumnya. Data ini dapat langsung digunakan pada sebuah penelitian. Data sekunder bisa didapat dari buku bacaan, jurnal, laporan, Instansi Pemerintah, dll. Data sekunder juga berfungsi sebagai penguat data primer yang nantinya akan digunakan pada penelitian ini. Data-data sekunder seperti yang diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Data sekunder

| No | Data | Sumber | Cara Perolehan Data | Kegunaan |
|----|--|------------------|---------------------|---|
| 1 | Bata beton untuk pasangan dinding | SNI 03-0349-1989 | Studi literatur | Referensi |
| 2 | Metode pengujian berat jenis semen Portland | SNI 03-2531-1991 | Studi literatur | Menghitung berat jenis semen |
| 3 | Metode pengujian kehalusan semen Portland | SNI 15-2530-1991 | Studi literatur | Menghitung kehalusan semen |
| 4 | Metode pengujian tentang analisis saringan agregat halus dan kasar | SNI 03-1968-1990 | Studi literatur | Menghitung analisa saringan agregat halus |
| 5 | Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus | SNI 1970-2008 | Studi literatur | Menghitung berat jenis dan penyerapan air agregat halus |
| 6 | Metode pengujian bobot isi dan rongga udara dalam agregat | SNI 03-4804-1998 | Studi literatur | Menghitung berat volume agregat halus |
| 7 | Metode pengujian kadar air agregat | SNI 03-1971-1990 | Studi literatur | Menghitung kadar air agregat halus |
| 8 | Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder | SNI 1974-2011 | Studi literatur | Menghitung nilai kuat tekan beton |
| 9 | Metode pengujian kuat tarik belah beton | SNI 03-2491-2002 | Studi literatur | Menghitung nilai kuat tarik belah beton |
| 10 | Metode pengujian kuat lentur beton | SNI 03-4154-1996 | Studi literatur | Menghitung nilai kuat lentur beton |

2.4 Kuat tekan

Kuat tekan yang ingin dicapai pasti menjadi pedoman di sebuah pengecoran beton, atau bisa dikatakan kuat tekan yang memuaskan ialah suatu indikator untuk mengetahui rancangan tersebut bagus atau tidaknya (Maulana et al., 2017). Kuat tekan adalah sifat mekanis yang paling penting dibandingkan dengan sifat mekanis lainnya. Faktor utama yang mempengaruhi kuat tekan ialah perbandingan antara air dan semen. Rancangan campuran bata ringan yang akan digunakan pada penelitian

ini menggunakan bekisting silinder dengan ukuran $\varnothing 10 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ dan bekisting balok dengan ukuran $60 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} \times 7,5 \text{ cm}$.

Menurut SNI 1974-2011 kuat tekan beton adalah besarnya beban maksimum per satuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur pada tekanan tertentu yang diberikan oleh mesin uji kuat tekan beton. Mesin kuat tekan tersebut adalah *Digital Compression Machine*. Untuk menghitung nilai kuat tekan beton seperti yang diperlihatkan pada Persamaan 1.

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

di mana:

- $f'c$ = Kuat tekan (MPa)
- P = Beban maksimum (N)
- A = Luas penampang benda uji (mm^2)

2.5 Kuat tarik belah

Kuat tarik belah nilainya jauh lebih kecil dibandingkan dengan nilai kuat tekannya, yaitu berkisar 10-15% dari kuat tekannya. Kuat tarik belah merupakan sifat yang digunakan untuk memprediksi retak dan defleksi pada balok (Dewi and Prasetyo, 2021). Menurut (SNI 03-2491-2002), untuk menghitung nilai kuat tarik belah beton seperti yang diperlihatkan pada Persamaan 2.

$$fct = \frac{2P}{\pi LD} \quad (2)$$

di mana:

- fct = Kuat tarik belah (MPa)
- P = Beban Maksimum (N)
- L = Panjang benda uji (mm)
- D = Diameter benda uji (mm)

2.6 Kuat lentur

Kuat lentur ialah besarnya nilai kuat tarik yang tidak langsung dari benda uji balok yang didapatkan dari hasil pembebanan atau dengan kata lain sebagai hasil pembagian antara momen lentur terhadap momen inersia balok tersebut (Purnawan et al., 2014). Menurut (SNI 4431-2011), kuat lentur beton adalah kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji yang diberikan kepadanya sampai benda uji patah.

Menurut (SNI 03-4154-1996), kuat lentur adalah nilai tegangan tarik yang dihasilkan dari momen lentur dibagi dengan momen penahan penampang balok uji. Untuk menghitung nilai kuat lentur beton seperti yang diperlihatkan pada Persamaan 3.

$$flt = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (3)$$

di mana:

- flt = Kuat lentur (MPa)
- P = Beban maksimum (N)
- L = Panjang bentang diantara kedua balok tumpuan (mm)
- b = lebar balok rata-rata pada penampang runtuh (mm)
- d = tinggi balok rata-rata pada penampang runtuh (mm)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil penelitian

Pengujian sifat fisis material dilakukan untuk mengetahui kelayakan material sebagai bahan campuran untuk pembuatan bata ringan yang terdiri dari berat jenis semen, kehalusan semen, analisa saringan agregat, berat jenis dan penyerapan air agregat, berat volume agregat, serta kadar air agregat. Hasil dari pemeriksaan sifat fisis material seperti yang diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil pemeriksaan sifat fisis material

| Pengujian | Semen | Pasir |
|---------------------|---|--------------------------------|
| Berat jenis | 2,94 | - Bj _(OD) = 2,492 |
| | | - Bj _(SSD) = 2,560 |
| | | - Bj _(APP) = 2,674 |
| Kehalusan | - Saringan no.100 = 3,53% - Saringan no.200 = 11,27% | - |
| Analisa saringan | - | MHB = 2,93 |
| Berat volume padat | - | V = 1,481 gram/cm ³ |
| Berat volume gembur | - | V = 1,387 gram/cm ³ |
| Kadar air | - | 7,688% |

Benda uji yang digunakan pada penelitian ini berbentuk silinder dengan ukuran Ø10 cm × 20 cm dan balok dengan ukuran 60 cm × 15 cm × 7,5 cm dengan masing-masing variasi berjumlah 3 sampel. Jumlah total benda uji yang akan digunakan adalah sebanyak 36 sampel dengan pengujian yang dilakukan pada saat bata ringan berusia 14 hari. Untuk proporsi campuran material pembentuk bata ringan 1 m³ seperti yang diperlihatkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Proporsi campuran material pembentuk bata ringan 1 m³

| No. | Variasi benda uji | Kebutuhan material (Kg) | | | | |
|-----|-------------------|-------------------------|---------|---------|----------------------|-------|
| | | Semen | Pasir | Air | Foam Agent/Styrofoam | SP |
| 1. | BRFA | 350,877 | 263,157 | 175,438 | 10,526 | - |
| 2. | BRFA+SP | 350,877 | 263,157 | 149,122 | 10,526 | 1,052 |
| 3. | BRSF | 350,877 | 263,157 | 175,438 | 10,526 | - |
| 4. | BRSF+SP | 350,877 | 263,157 | 149,122 | 10,526 | 1,052 |

di mana:

- BRFA = Bata Ringan *Foam Agent*
- BRFA+SP = Bata Ringan *Foam Agent* + *Superplasticizer*
- BRSF = Bata Ringan *Styrofoam*
- BRSF+SP = Bata Ringan *Styrofoam* + *Superplasticizer*

Pengujian sifat mekanis bata ringan dilakukan untuk mengetahui kekuatan, kekerasan, ketahanan, serta elastisitas bata ringan. Sehingga nantinya bata ringan bisa menjadi pertimbangan apakah layak atau tidaknya digunakan di dalam dunia konstruksi. Pengujian sifat mekanis ini terdiri dari kuat tekan, kuat tarik belah, dan juga kuat lentur. Sebelum dilakukannya pengujian, sampel yang sudah dicuring dikeringkan selama ± 1 jam dan kemudian ditimbang untuk mengetahui beratnya. Semakin besar nilai yang diperoleh maka semakin baik pula kualitas bata ringan. Pengujian ini dilakukan pada saat usia bata ringan 14 hari. Hasil yang didapatkan dari pengujian sifat mekanis bata ringan berupa nilai kuat tekan, nilai kuat tarik

belah, dan nilai kuat lentur. Hasil pengujian yang diperoleh untuk kuat tekan bata ringan seperti yang diperlihatkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil pengujian kuat tekan bata ringan

| Variasi | Berat volume rata-rata (kg/m ³) | Kuat tekan rata-rata (MPa) |
|---------|---|----------------------------|
| BRFA | 825,690 | 1,765 |
| BRFA+SP | 765,180 | 1,911 |
| BRSF | 833,079 | 1,785 |
| BRSF+SP | 828,025 | 2,335 |

Hasil kuat tekan yang diperoleh pada penelitian ini mengalami peningkatan dari variasi Bata Ringan *Foam Agent* (BRFA) dengan kuat tekan 1,765 MPa, variasi Bata Ringan *Foam Agent + Superplasticizer* (BRFA+SP) dengan kuat tekan 1,911 MPa, variasi Bata Ringan *Styrofoam* (BRSF) dengan kuat tekan 1,785 MPa, dan variasi Bata Ringan *Styrofoam + Superplasticizer* (BRSF+SP) dengan kuat tekan 2,335 MPa. Hal ini sesuai dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh (Dedi Enda, 2016), (A.Hasyim dan Kartikasari, 2020), (Mulyati dan Reza Asrillina, 2018), dan (Surya Hadi, 2019).

Hasil pengujian yang diperoleh untuk kuat tarik belah bata ringan seperti yang diperlihatkan pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil pengujian kuat tarik belah bata ringan

| Variasi | Berat volume rata-rata (kg/m ³) | Kuat tarik belah rata-rata (MPa) |
|---------|---|----------------------------------|
| BRFA | 809,979 | 0,338 |
| BRFA+SP | 768,365 | 0,366 |
| BRSF | 839,490 | 0,372 |
| BRSF+SP | 812,527 | 0,393 |

Hasil kuat tarik belah yang diperoleh pada penelitian ini mengalami peningkatan dari variasi Bata Ringan *Foam Agent* (BRFA) dengan kuat tarik belah 0,338 MPa, variasi Bata Ringan *Foam Agent + Superplasticizer* (BRFA+SP) dengan kuat tarik belah 0,366 MPa, variasi Bata Ringan *Styrofoam* (BRSF) dengan kuat tarik belah 0,372 MPa, dan variasi Bata Ringan *Styrofoam + Superplasticizer* (BRSF+SP) dengan kuat tarik belah 0,393 MPa. Nilai kuat tarik belah yang diperoleh pada penelitian ini berkisar 10-15% dari kuat tekannya. Hal ini sesuai dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh (Bambang Sujatmiko, Safrin Zuraidah, K.Budi Hastono, dan Raka Mahendra, 2018), (I.G.A.Neny Purnawirati, 2020), dan (Nathalia Samaria Marisi Siahaan Marthin D.J Sumajow dan Mielke R.I.A.J.Mondoringin, 2020).

Hasil pengujian yang diperoleh untuk kuat lentur bata ringan seperti yang diperlihatkan pada Tabel 7.

Tabel 7 Hasil pengujian kuat lentur bata ringan

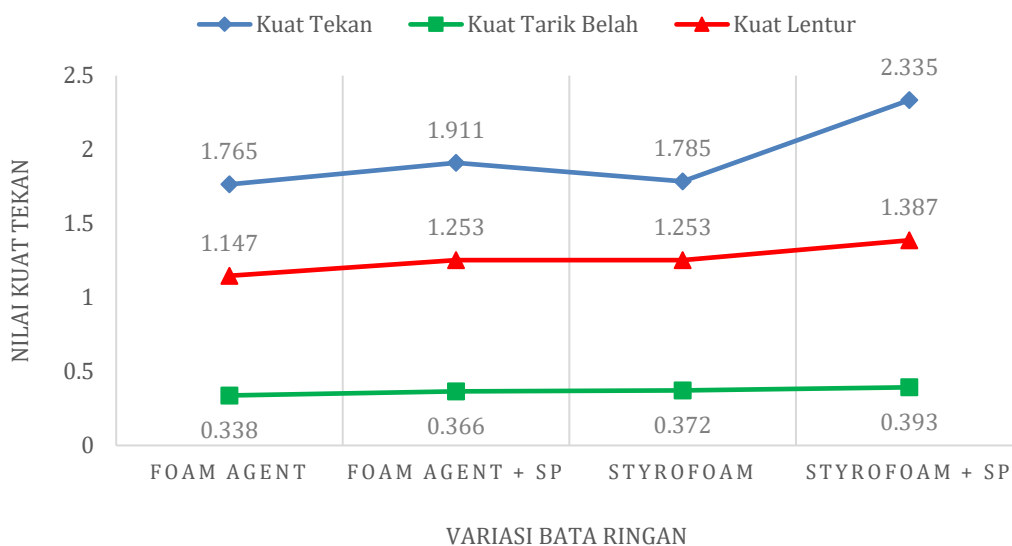
| Variasi | Berat volume rata-rata (kg/m ³) | Kuat lentur rata-rata (MPa) |
|---------|---|-----------------------------|
| BRFA | 839,160 | 1,147 |
| BRFA+SP | 774,074 | 1,253 |
| BRSF | 833,630 | 1,253 |
| BRSF+SP | 827,951 | 1,387 |

Hasil kuat lentur yang diperoleh pada penelitian ini mengalami peningkatan dari variasi Bata Ringan *Foam Agent* (BRFA) dengan kuat lentur 1,147 MPa, variasi Bata Ringan *Foam Agent + Superplasticizer* (BRFA+SP) dengan kuat lentur 1,253 MPa, variasi Bata Ringan *Styrofoam* (BRSF) dengan kuat lentur 1,253 MPa, dan variasi Bata Ringan *Styrofoam + Superplasticizer* (BRSF+SP) dengan kuat lentur 1,387 MPa. Hal ini sesuai dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh (A.Agung Fadhilah Putra, 2015), (L.B.Dharma Giri, Ketut Sudarsana, dan NLP Eka Agustiningih, 2008), (Iman Satyarno, 2004), dan (Hadi Wibowo dan Budi Setiawan, 2019).

Hasil yang diperoleh pada penelitian ini untuk pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, serta kuat lentur, semua berat volumenya $\pm 800 \text{ kg/m}^3$ dan termasuk ke dalam kategori beton ringan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh (Paulis Ala dan Herman Arruan, 2018), (Yoppi Juli Priyono dan Nadia, 2014), (Arusmalem Ginting, 2015), dan (Khairul Miswar, 2018).

3.2 Pembahasan

Dari hasil pengujian sifat mekanis maka diketahui bahwa penggunaan *styrofoam* mampu membuat bata ringan lebih kuat dibandingkan dengan *foam agent*. Begitu pula dengan bata ringan yang menggunakan penambahan *superplasticizer*, kekuatan dari bata ringan itu menjadi sangat meningkat. Hal ini sesuai dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh (Wahyuning Tyas, 2020), bahwa penambahan *superplasticizer* dapat meningkatkan kuat tekan dan meningkatkan *workability* atau mempermudah pengerjaan. Akan tetapi, jika penambahannya berlebihan maka dapat membuat kuat tekan beton menurun. Hasil pengujian sifat mekanis bata ringan disajikan dalam bentuk grafik seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Grafik perbandingan hasil sifat mekanis bata ringan

Dari gambar grafik 1 menunjukkan bahwa nilai maksimum dari sifat mekanis bata ringan terdapat pada variasi Bata Ringan *Styrofoam + Superplasticizer* (BRSF+SP) untuk semua pengujian, baik itu kuat tekan, kuat tarik belah, dan juga kuat lentur. Hasil maksimum kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur secara berturut-turut yaitu sebesar 2,335 MPa, 0,393 MPa, dan 1,387 MPa. Dengan

demikian, dari hasil penelitian yang telah diperoleh *styrofoam* penggunaannya bisa dijadikan sebagai alternatif pengganti *foam agent* dalam pembuatan bata ringan. Karena seperti yang telah diteliti bahwasanya *styrofoam* mampu menambah kekuatan, kekerasan, ketahanan, serta elastisitas pada bata ringan.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, bata ringan dengan variasi Bata Ringan *Foam Agent* (BRFA), Bata Ringan *Foam Agent + Superplasticizer* (BRFA+SP), Bata Ringan *Styrofoam* (BRSF), dan Bata Ringan *Styrofoam + Superplasticizer* (BRSF+SP) untuk kuat tekan diperoleh berturut-turut sebesar 1,765 MPa, 1,911 MPa, 1,785, MPa dan 2,335 MPa. Untuk kuat tarik belah diperoleh berturut-turut sebesar 0,338 MPa, 0,366 MPa, 0,372 MPa, dan 0,393 MPa. Untuk kuat lentur diperoleh berturut-turut sebesar 1,147 MPa, 1,253 MPa, 1,253 MPa, dan 1,387 MPa. Berdasarkan hasil tersebut, maka dapat diambil kesimpulan bahwasannya penggunaan material *styrofoam* bisa dijadikan sebagai alternatif pengganti *foam agent* dalam pembuatan bata ringan. Karena seperti yang telah diteliti bahwasanya *styrofoam* mampu menambah kekuatan, kekerasan, ketahanan, serta elastisitas pada bata ringan. Berdasarkan hasil tersebut juga dapat disimpulkan bahwasannya penambahan *superplasticizer* dengan komposisi yang tepat pada campuran bata ringan dapat meningkatkan sifat mekanis dari bata ringan serta dapat mempercepat proses pengerasan dari bata ringan.

4.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, ada beberapa saran yang dapat diberikan sebagai pertimbangan untuk penelitian berikutnya. Yaitu, lakukan dengan mengubah nilai Faktor Air Semen (FAS) yang digunakan dan juga target berat volume yang akan dicapai, karena hasil kuat tekan untuk berat volume 800 kg/m^3 masih sangat jauh dari 5 MPa (Standarisasi). Lakukan dengan berat volume yang lebih besar sedikit namun tidak melampaui berat maksimum dari beton ringan itu sendiri yakni 1840 kg/m^3 . Dapat juga dengan mengkombinasikan material-material ringan yang lainnya dengan tujuan untuk menambah perkuatan dari bata ringan *styrofoam*, atau bisa juga menambahkan zat *admixture* berupa *superplasticizer*. Lakukan pengujian pembakaran jika ingin meneliti lebih jauh lagi.

Daftar Kepustakaan

- Ala, P., Arruan, H., 2018. Beton Ringan Menggunakan Styrofoam Sebagai Bahan Pengganti Agregat Kasar, In: Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (Snp2m).
- Asrillina, R., 2018. Pengaruh Penggunaan Styrofoam Sebagai Pengganti Pasir Dan Zat Additive Sikament Terhadap Kuat Tekan Bata Beton Ringan. J. Momentum 20, 7.
- Dewi, S.U., Prasetyo, F., 2021. Analisa Penambahan Bottom Ash Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton. J. Infrastructural Civ. Eng. 2, 31–45.

- Eban, K.K., Utomo, S., Simatupang, P.H., 2018. Perbandingan Kuat Tekan Bata Ringan C1c Menggunakan Pasir Gunung Boleng Dan Pasir Takari. *J. Tek. Sipil* 8.
- Enda, D., N.D. Kajian Eksperimental Perkuatan Agregat Kasar Styrofoam Dengan Lapisan Coating Pada Pembuatan Beton Ringan 9.
- Ginting, A., 2015. Kuat Tekan Dan Porositas Beton Porous Dengan Bahan Pengisi Styrofoam. *J. Tek. Sipil* 11, 76–98.
- Hadi, S., 2019. Analisis Kuat Tekan Beton Ringan Dengan Bahan Tambah Styrofoam. *Media Bina Ilm.* 14, 2533–2540.
- Hasyim, A., Kartikasari, D., 2020. Pembuatan Beton Campuran Styrofoam Menggunakan Agregat Pasir Bengawan Solo. *Ukarst* 4, 27. <https://doi.org/10.30737/Ukarst.V4i1.697>
- Maulana, S., Manalu, D.F., Gunawan, I., 2017. Pengaruh Substitusi Semen Dengan Abu Cangkang Kerang Lokan (*Galolnia Expansa*) Dan Penambahan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton, In: *Fropil (Forum Profesional Teknik Sipil)*. Pp. 108–123.
- Miswar, K., 2018. Beton Ringan Dengan Menggunakan Limbah Styrofoam. *Portal J. Tek. Sipil* 10.
- Nasional, B.S., 2012. Sni 7656: 2012. Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Norm. Beton Berat Dan Beton Massa.
- Nasional, Badan Standarisasi, 2011. Sni 1974: 2011 Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder. *Badan Stand. Nas. Jkt.*
- Nasional, Badan Standardisasi, 2011. Sni 4431: 2011 Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal Dengan Dua Titik Pembebanan. *Bsn Jkt.*
- Nasional, B.S., 2002. Sni 03-2491-2002 Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton. *Badan Stand. Nas. Jkt. Badan Stand. Nas.*
- Nasional, B.S., N.D. Sni 03-4154-1996. Metode Penguji. Kuat Lentar Beton Dengan Balok Uji Sederhana Yang Dibebeani Terpusat Langsung.
- Oleh, D., Putra, A.A.F., N.D. Karakteristik Beton Ringan Dengan Bahan Pengisi Styrofoam 92.
- Priyono, Y.J., Nadia, N., 2014. Pengaruh Penggunaan Styrofoam Sebagai Pengganti Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton. *Konstruksia* 5.
- Purnawan, P., Budi, A.S., Wicaksono, K.D., 2014. Kuat Lentur, Toughness, Dan Stiffness Pada Beton Ringanteknologi Foam Dengan Bahan Tambah Serat Aluminium. *Matriks Tek. Sipil* 2, 109–116.
- Purnawirati, I.G.A.N., 2020. Pengaruh Faktor Air Semen Terhadap Sifat Mekanik Beton Ringan Styrofoam. *J. Kacapuri J. Keilmuan Tek. Sipil* 3, 59. <https://doi.org/10.31602/Jk.V3i2.4067>
- Satyarno, I., 2004. Penggunaan Semen Putih Untuk Beton Styrofoam Ringan (Batafoam), In: *Seminar Nasional Teknik Sipil*. Pp. 36–45.
- Siahaan, N.S.M., Sumajouw, M.D., Mondoringin, M.R., 2020. Penggunaan Styrofoam Sebagai Substitusi Parsial Agregat Kasar Terhadap Nilai Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Ringan. *J. Sipil Statik* 8.
- Styrofoam, O.C.B.A., 2008. Kuat Tarik Belah Dan Lentur Beton Dengan Penambahan Styrofoam (Styrocon). *J. Ilm. Tek. Sipil* Vol 12.
- Sujatmiko, B., Zuraidah, S., Mahendra, R., 2018. Pemanfaatan Limbah Styrofoam Untuk Bahan Bata Ringan Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah.

- Tondok, D.S., Mastor, R., 2020. Penggunaan Abu Batu Gamping Sebagai Bahan Pembuatan Bata Ringan. *Paulus Civ. Eng. J.* 1, 34–40.
<https://doi.org/10.52722/Pcej.V1i1.54>
- Wahyuning Tyas, Y., 2020. Pengaruh Variasi Prosentase Superplasticizer Terhadap Sifat Mekanik Dan Porositas Beton Berpori (Phd Thesis). Fakultas Teknik Universitas Jember.
- Wibowo, H., Setiawan, D.B., 2019. Perilaku Mekanik Beton Ringan Styrofoam Dengan Variasi Penambahan Abu Sekam Padi. *Bangun Rekaprima Maj. Ilm. Pengemb. Rekayasa Sos. Dan Hum.* 5, 29–40.