



Pemanfaatan Limbah Spent Bleaching Earth (SBE) untuk Beton Ringan sebagai Material Konstruksi yang Ramah Lingkungan

Utilization of Spent Bleaching Earth (SBE) Waste for Lightweight Concrete as Ecofriendly Construction Materials

AGUS MUDO PRASETYO*, AGUNG SUMARNO

Pusat Riset Biomaterial, Badan Riset dan Inovasi Nasional
Jl. Raya Bogor Km.46 Cibinong, Bogor 16911
*agus108@brin.go.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received 31 March 2021
Accepted 18 January 2022
Published 23 January 2022

Keywords:

Lightweight concrete
NAAC
Spent Bleaching Earth
Ecofriendly

ABSTRACT

Lightweight concrete as a non-structural construction material to replace brick is commonly used because it has a lighter mass and is more practical in installation. This research utilizes Spent Bleaching Earth (SBE) waste as a substitute for sand in the manufacture of lightweight concrete using the Non-Autoclaved Aerated Concrete (NAAC) method with variations in the addition of Al as aerating compounds (0.20% and 0.25% by mass of cement). The NAAC method was chosen because the process is more energy-efficient when compared to the Autoclaved Aerated Concrete (AAC) method. The alkalinity of this lightweight concrete mixture is controlled by adding lime to a certain amount. In the sample with an Al content of 0.20%, the minimum density results were obtained 785.95 kg/m³ (B0A) and a maximum of 1,313.73 kg/m³ (B5A). In contrast, Al content of 0.25% the minimum density results was obtained 781.37 kg/m³ (B0B) and maximum 1,256.89 kg/m³ (B5B). Measurement of water absorption in the sample with an Al content of 0.20% obtained a minimum result of 2.51% (B5A) and a maximum of 40.74% (B0A). Meanwhile, the sample with an Al content of 0.25% obtained a minimum yield of 2.91% (B5B) and a maximum of 43.97% (B0B). Compressive strength calculation of concrete with 28 days old in a sample with an Al content of 0.20%, a minimum result of 1.15 MPa (B0A) and a maximum of 2.95MPa (B5A) is obtained, whereas for a sample with an Al content of 0.25%, a minimum result of 0.77 MPa (B0B) and a maximum of 2.43 Mpa (B5B) is obtained. The flexural strength of lightweight concrete, aged 28 days in samples with 0.20% Al content, obtained a minimum result of 0.67 MPa (B0A) and a maximum of 1.31 MPa (B3A). In contrast, samples with an Al content of 0.25% obtained a minimum of 0.73 MPa (B0B) and a maximum of 1.28 MPa (B3B).

INFORMASI ARTIKEL

Histori artikel:

Diterima 31 Maret 2021
Disetujui 18 Januari 2022
Diterbitkan 23 Januari 2022

Kata kunci:

Beton Ringan
NAAC
Spent Bleaching Earth
Ramah Lingkungan

ABSTRAK

Pemanfaatan beton ringan sebagai material konstruksi non struktural pengganti batu bata merah sudah sangat umum digunakan karena memiliki massa yang lebih ringan dan lebih praktis dalam pemasangan. Penelitian ini memanfaatkan limbah *Spent Bleaching Earth* (SBE) sebagai pengganti pasir dalam pembuatan beton ringan menggunakan metode *Non Autoclaved Aerated Concrete* (NAAC) dengan variasi penambahan senyawa pengaerasi Al (0,20% dan 0,25% berat semen). Metode NAAC dipilih karena prosesnya lebih hemat energi bila dibandingkan dengan metode *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC). Alkalinitas campuran beton ringan ini dikontrol dengan penambahan kapur sampai jumlah tertentu. Pada sampel dengan kadar Al 0,20% diperoleh hasil densitas minimal 785,95 kg/m³ (B0A) dan maksimal 1.313,73 kg/m³ (B5A) sedangkan pada kadar Al 0,25% diperoleh hasil densitas minimal 781,37 kg/m³ (B0B) dan maksimal 1.256,89 kg/m³ (B5B). Pengukuran penyerapan air pada sampel dengan kadar Al 0,20% diperoleh hasil minimal 2,51% (B5A) dan maksimal 40,74% (B0A), sedangkan pada sampel dengan kadar Al 0,25% diperoleh hasil minimal 2,91% (B5B) dan maksimal 43,97% (B0B). Perhitungan kuat tekan beton umur 28 hari pada sampel dengan kadar Al 0,20% diperoleh hasil minimal 1,15 MPa (B0A) dan maksimal 2,95 MPa (B5A), sedangkan pada sampel dengan kadar Al 0,25% diperoleh hasil minimal 0,77 MPa (B0B) dan maksimal 2,43 Mpa (B5B). Kuat lentur beton ringan umur 28 hari pada sampel dengan kadar Al 0,20% diperoleh hasil minimal 0,67 MPa (B0A) dan maksimal 1,31 MPa (B3A), sedangkan pada sampel dengan kadar Al 0,25% diperoleh hasil minimal 0,73 MPa (B0B) dan maksimal 1,28 MPa (B3B).

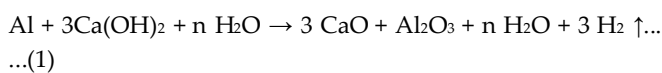
1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton ringan atau beton aerasi saat ini sering digunakan untuk menggantikan batu bata merah sebagai komponen non struktural seperti dinding baik pada bangunan rumah tinggal maupun bangunan tinggi. Hal ini karena beton ringan memiliki karakteristik berat jenis yang lebih ringan, bentuk yang lebih presisi, serta ukuran yang lebih besar, sehingga mempermudah dan mempercepat proses pemasangannya.

Secara ekonomi bila dilihat dari analisis biaya pekerjaan dinding, biaya pekerjaan pemasangan beton ringan lebih murah dibandingkan dengan biaya pekerjaan pemasangan bata merah (Nugroho *et al.*, 2018). Beton ringan aerasi memiliki kekuatan tekan dapat mencapai 2,5 MPa sesuai dengan persyaratan yang ditentukan dalam SNI 03-0349-1989 (Badan Standardisasi Nasional, 1989). Selain itu, beton ringan memiliki berat jenis yang lebih ringan dan juga terbukti dapat menjadi isolator panas yang sangat baik sehingga banyak memiliki keunggulan dalam aplikasi praktis di bidang konstruksi (Melo *et al.*, 2009).

Beton ringan dapat memiliki berat jenis yang lebih ringan dibandingkan bata merah karena pada saat pembuatannya dilakukan dengan teknik tertentu, baik secara mekanis maupun secara kimia, sehingga terjadi pembentukan pori dalam campuran beton dengan jumlah yang banyak. Pembentukan pori secara mekanis dilakukan dengan menambahkan senyawa pembusa pada saat pembuatan adukan beton aerasi berupa foaming agent, seperti keratin, detergen, saponin, dan lain-lain. Pembentukan pori secara kimia dapat dilakukan dengan penambahan senyawa Al, Zn, H₂O₂, C₂H₂, dan CaC₂ pada campuran beton ringan, sehingga saat bereaksi dengan alkali yang terdapat pada campuran beton yaitu kalsium (Ca) akan menghasilkan gas hidrogen yang akan membentuk pori dalam campuran beton tersebut (Valore, 1954). Penambahan aluminium (Al) pada campuran beton paling banyak digunakan dalam pembuatan beton aerasi (Shuisky *et al.*, 2017). Mekanisme reaksi antara Al dan Ca(OH)₂ pada proses hidrasi semen akan melepaskan molekul hidrogen disajikan pada Persamaan 1 (Halyushev *et al.*, 2017).



Untuk meningkatkan keunggulan secara ekonomi dan sekaligus menjadi solusi bagi permasalahan lingkungan, maka penelitian ini mengembangkan beton ringan *Non Autoclaved Aerated Concrete* (NAAC) yaitu pembuatan beton ringan aerasi dengan menggunakan semen, agregat ringan, bubuk kapur, dan bubuk aluminium tanpa proses autoklaf (Narayanan & Ramamurthy, 2000). Berbasis pada penggunaan limbah *Spent Bleaching Earth* (SBE) sebagai pengganti pasir, serta penambahan kapur (CaCO₃) untuk menaikkan Alkalinitas campuran. Beton ringan NAAC belum banyak dikomersialisasi dibandingkan beton *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC) dikarenakan kekuatan tekan lebih rendah dan densitas beton yang lebih tinggi bila dibanding dengan beton AAC. Namun, beton NAAC relatif lebih hemat energi dalam proses pembuatannya karena tidak perlu menggunakan autoklaf (Harjanto *et al.*, 2007).

Spent Bleaching Earth (SBE) merupakan limbah padat yang dihasilkan dari industri pemurnian minyak kelapa sawit mentah atau *Crude Palm Oil* (CPO) (Fattah *et al.*, 2014). *Bleaching Earth* (BE) ini pada awalnya merupakan lempung (*clay*) berjenis simnrite atau bentonite yang telah diputihkan dan diaktivasi, kemudian digunakan untuk proses pemurnian CPO (Nasution, 2003). Saat kandungan minyak dalam BE telah mencapai 20–30% dari beratnya, kemampuan untuk memurnikan CPO sudah mulai berkurang, sehingga tidak digunakan lagi dan dibuang menjadi limbah SBE (Suryani *et al.*, 2013). Berdasarkan PP No 22 Tahun 2021 Limbah SBE saat ini tidak tergolong limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) sehingga pemanfaatan limbah ini sebagai material konstruksi sangat perlu dilakukan sebagai pengganti material alam untuk mewujudkan material konstruksi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Kandungan minyak dalam SBE dapat menimbulkan bahaya kebakaran dan pencemaran lingkungan apabila SBE tersebut tidak diolah (*pretreatment*) (Tee, 2010). Namun, upaya pemisahan minyak dari padatan SBE ini sangat sulit dilakukan, salah satunya dengan pelarut aseton untuk mendapatkan *recovery* minyak yang dapat dimanfaatkan lagi sebagai bahan bakar terbarukan (Krisyanti & Sukandar, 2011). Karena proses yang sangat sulit ini, maka perlu dicari solusi untuk memanfaatkan SBE secara langsung (Sumarno *et al.*, 2017). Salah satunya adalah dengan memanfaatkannya sebagai bahan campuran pembuatan beton ringan sebagai material konstruksi. Penelitian terdahulu dengan memanfaatkan SBE sebagai material telah dilakukan seperti halnya dalam pembuatan bata beton (Sumarno *et al.*, 2017) dan bata merah (Wagrakdiskul *et al.*, 2014) pada komponen non struktur bangunan serta pemanfaatan untuk stabilisasi tanah dasar pada perkerasan jalan (Sumarno *et al.*, 2021). Namun, dikarenakan kandungan minyak yang terkandung dalam SBE dapat menurunkan kekuatan sehingga jumlah penggunaannya tidak dapat terlalu besar. Proyeksi pemanfaatan SBE yang paling besar adalah dengan memanfaatkannya sebagai agregat halus pada beton dengan jumlah yang dapat mencapai 50% dari penggunaan agregat halus. Apabila dalam pembuatan 1 m³ beton menggunakan 1.000 kg agregat halus maka limbah SBE yang dapat dimanfaatkan adalah 500 kg. Hal ini sangat signifikan untuk mengurangi limbah SBE dari industri minyak kelapa sawit, mengingat kebutuhan beton sebagai material bangunan yang sangat tinggi.

Meskipun demikian, belum banyak riset yang mengkaji keandalan pemanfaat SBE sebagai material pada suhu tinggi, sehingga sampai saat ini pemanfaatan SBE sebatas sebagai material non struktur. Pemanfaatan secara langsung limbah SBE untuk pembuatan material konstruksi diharapkan dapat mempercepat proses pemanfaatan limbah SBE yang sangat melimpah di Indonesia, sehingga dapat menjadi solusi dari permasalahan lingkungan yang diakibatkan oleh penumpukan limbah SBE yang sangat banyak yaitu sejumlah 737,19 ton dalam satu bulan hanya dari satu perusahaan pengolahan minyak kelapa sawit (Ashari *et al.*, 2017).

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penggunaan limbah SBE terhadap kuat tekan, kuat tarik,

densitas dan penyerapan air pada pembuatan beton ringan NAAC.

2. METODE

2.1 Bahan

Beton ringan NAAC pada penelitian ini terbuat dari empat bahan utama yaitu semen, *lime stone powder* dan air dengan perbandingan (1:1:1) berdasarkan berat sebagai beton kontrol, serta *aluminium powder* sebanyak 0,2% dan 0,25% dari berat semen sebagai bahan pengembang untuk menghasilkan densitas yang ringan. *Aluminium powder* digunakan 0,2% pada sampel kontrol B0A dan 0,25% pada sampel kontrol B0B. Kemudian, limbah SBE digunakan sebagai substitusi *lime stone powder* pada sampel kontrol sebanyak 10%–50% dari berat *lime stone powder* sebagai sampel dengan kode variasi B1A, B2A, B3A, B4A, dan B5A pada penggunaan 0,2% *aluminium powder* serta sampel dengan kode variasi B1B, B2B, B3B, B4B, dan B5B pada penggunaan 0,25% *aluminium powder*. Penggunaan SBE dengan kadar hingga 50% dimaksudkan agar semakin banyak limbah SBE yang dapat digunakan dalam pembuatan beton secara masif nantinya agar limbah SBE yang dihasilkan industri pengolahan minyak kelapa sawit berkurang. Variasi sampel dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Variasi sampel

Kode	Komposisi tiap m ³ campuran				
	Semen (kg)	Limestone powder (kg)	SBE (kg)	Air (kg)	Aluminium powder (kg)
B0A	330	330	-	330	0,66
B1A	330	297	33	330	0,66
B2A	330	264	66	330	0,66
B3A	330	231	99	330	0,66
B4A	330	198	132	330	0,66
B5A	330	165	165	330	0,66
B0B	330	330	-	330	0,83
B1B	330	297	33	330	0,83
B2B	330	264	66	330	0,83
B3B	330	231	99	330	0,83
B4B	330	198	132	330	0,83
B5B	330	165	165	330	0,83

2.2 Metode

Penelitian ini dilakukan dengan cara eksperimental untuk mendapatkan nilai kuat tekan (Badan Standardisasi Nasional, 2002) dan kuat lentur (Badan Standardisasi Nasional, 2015) dari beton ringan NAAC. Untuk itu, sampel kuat tekan dibuat dengan ukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm dan sampel kuat lentur dengan ukuran 4 cm x 4 cm x 16 cm. Tahapan dalam pembuatan sampel mengacu pada SNI 2493: 2011 (Badan Standardisasi Nasional, 2011), dimulai dari penimbangan bahan baku kemudian dicampur menggunakan mesin pengaduk dan dituang pada cetakan. Setelah 24 jam, sampel yang mengembang melewati batas cetakan dirapikan kemudian dilepaskan dari cetakan dan dirawat menggunakan plastik pembungkus hingga waktu pengujian kuat tekan pada umur 14 dan 28 hari serta kuat lentur pada umur 28 hari.

Selain pengujian kuat tekan dan lentur, pengujian lain juga dilakukan seperti pengujian densitas dan penyerapan air.

Pengujian densitas beton dilakukan berdasarkan SNI 1973 : 2016 dengan cara mengukur berat beton kemudian dibagi dengan volume beton (Badan Standardisasi Nasional, 2016). Penentuan densitas dihitung berdasarkan Persamaan 2.

$$T = \frac{M}{V} \dots \dots (2)$$

Keterangan:

- T :densitas beton (kg/m³)
- M :berat sampel beton (kg)
- V :volume sampel beton (m³)

Pengujian penyerapan air pada beton dilakukan berdasarkan SNI 6433:2000 dengan cara menimbang berat awal sampel kemudian merendam sampel beton selama 24 jam dalam air setelah itu sampel ditimbang dalam kondisi basah (Badan Standardisasi Nasional, 2000). Penentuan persentase penyerapan dihitung berdasarkan Persamaan 3.

$$\text{Penyerapan air (\%)} = \frac{w_2 - w_1}{w_1} \times 100\% \dots \dots (3)$$

Keterangan:

- w₁ : berat sampel kering (kg)
- w₂ : berat sampel basah (kg)

Setelah sampel beton ringan NAAC mencapai umur uji yang telah ditentukan yaitu pada umur 14 dan 28 hari, dilakukan pengujian kuat tekan dengan menggunakan mesin *universal testing machine* (UTM) dengan kapasitas 1.000 kN dengan kecepatan penekanan secara konstan sebesar 0,03 MPa/detik sehingga diperoleh gaya maksimum sampel sekitar 65 ± 15 detik mengacu pada ASTM C 495-99 (ASTM, 1999). Penentuan besarnya kuat tekan dihitung dengan cara membagi gaya maksimum sampel dengan luas permukaan sampel yang ditekan berdasarkan Persamaan 4.

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots \dots (4)$$

Keterangan:

- σ : kuat tekan beton (MPa)
- P : gaya maksimum sampel (N)
- A: luas permukaan sampel (mm²)

Selanjutnya pada umur 28 hari dilakukan pula pengujian kuat lentur dari beton ringan NAAC dengan menggunakan UTM dan dengan kecepatan penekanan yang sama dengan pengujian kuat tekan. Perhitungan kuat lentur dilakukan berdasarkan Persamaan 5.

$$\sigma_f = 0,0028 P \dots \dots (5)$$

Keterangan:

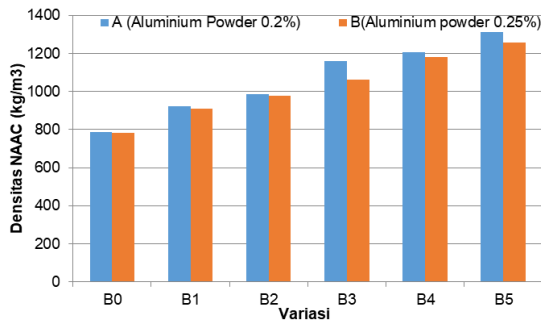
- σ_f : kuat lentur beton (MPa)
- P : gaya maksimum sampel (N)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Densitas

Pengujian densitas dilakukan untuk mengetahui seberapa berat material beton ringan per unit volume yang dihasilkan. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada penelitian ini yang disajikan pada Gambar 1 diperoleh densitas beton ringan yang paling rendah adalah sampel B0A dan B0B dengan nilai 785,95 kg/m³ dan 781,37 kg/m³ serta nilai

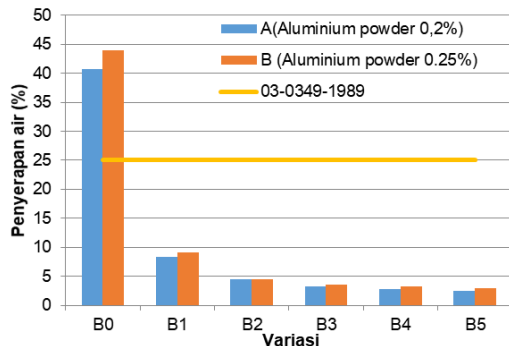
densitas tertinggi pada sampel B5A dan B5B dengan nilai 1.313,73 kg/m³ dan 1.256,90 kg/m³. Pengaruh penggunaan limbah SBE pada beton ringan meningkatkan densitas beton sehingga semakin banyak limbah SBE yang digunakan semakin tinggi densitas beton yang dihasilkan. Beton ringan yang ideal adalah yang memiliki densitas lebih rendah dari 1.000 kg/m³. Penambahan kadar *aluminium powder* berpengaruh menurunkan densitas beton ringan hal ini terlihat bahwa penggunaan *aluminium powder* 0,25% menghasilkan densitas yang lebih rendah dibanding penggunaan *aluminium powder* 0,2% hal ini disebabkan karena pori yang dibentuk lebih besar.



Gambar 1. Nilai densitas

3.2 Hasil Pengujian Penyerapan Air

Pengujian penyerapan air dilakukan untuk mengetahui kedekatan beton ringan yang dihasilkan. Berdasarkan hasil penelitian ini pada Gambar 2 menunjukkan bahwa penggunaan SBE pada beton ringan sangat signifikan menurunkan penyerapan air. Beton ringan tanpa SBE menghasilkan nilai penyerapan sebesar 40,74% pada sampel B0A dan 43,97% pada sampel B0B. Dengan memanfaatkan SBE 10% pada campuran beton ringan penyerapan air yang diperoleh turun sangat signifikan menjadi 8,28% pada sampel B1A dan 9,14% B1B. Dengan semakin banyaknya SBE yang digunakan maka semakin kecil nilai penyerapan yang dihasilkan meski tidak lagi signifikan. Nilai penyerapan terendah yaitu pada sampel B5A sebesar 2,51% dan sampel B5B sebesar 2,91%. Penggunaan *aluminium powder* yang lebih banyak juga mempengaruhi nilai penyerapan yang dihasilkan.



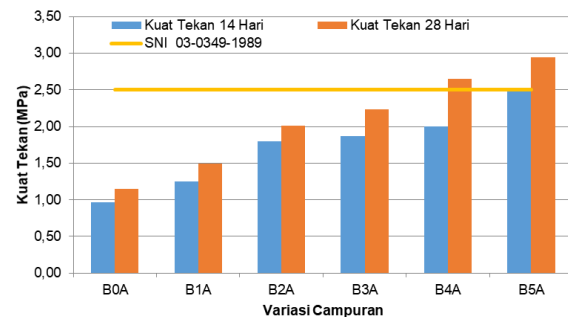
Gambar 2. Persentase penyerapan air

Terlihat bahwa sampel dengan *aluminium powder* 0,25% memiliki penyerapan yang lebih besar dibanding dengan sampel dengan *aluminium powder* 0,2%. Hal tersebut disebabkan karena pori yang dibentuk lebih besar. Penggunaan *aluminium powder* pada pembuatan beton aerasi paling besar adalah 0,25%, karena penggunaan yang terlalu

besar akan menurunkan kekuatan beton karena pori udara yang terbentuk semakin besar. Selain itu, juga memungkinkan adanya partikel aluminium yang terlepas karena tidak bereaksi dengan Ca(OH)₂. Pada penelitian ini penggunaan SBE menjadikan beton aerasi memiliki nilai penyerapan air yang lebih rendah bila dibandingkan dengan persyaratan SNI dengan nilai penyerapan air 25%.

3.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dimaksudkan untuk mengetahui kekuatan suatu material beton dalam menerima gaya tekan. Kuat tekan beton ringan pada penelitian ini dipengaruhi oleh penggunaan SBE, Keterangan semakin banyak SBE yang digunakan maka kuat tekan yang dihasilkan juga akan meningkat. Gambar 3 menunjukkan kuat tekan yang dihasilkan pada sampel A dengan penambahan *aluminium powder* 0,2% menghasilkan kuat tekan terendah yaitu pada beton ringan kontrol B0A dengan nilai 0,97 MPa pada umur 14 hari dan 1,15 MPa pada umur 28 hari serta kuat tekan tertinggi pada sampel B5A dengan nilai 2,50 MPa pada umur 14 hari dan 2,95 MPa pada umur 28 hari. Dengan demikian sampel B4A dan B5A dapat dipergunakan untuk pasangan dinding karena memiliki nilai kuat tekan yang memenuhi standar yaitu minimum 2,5 MPa. Meskipun demikian, penggunaan aluminium powder tidak boleh terlalu banyak. Hal ini dikarenakan memungkinkan adanya sisa partikel aluminium yang terlepas. Sisa partikel tersebut tidak bereaksi dengan Ca(OH)₂ dan tidak mengakibatkan kebakaran karena partikel ini bersifat tidak mudah terbakar.

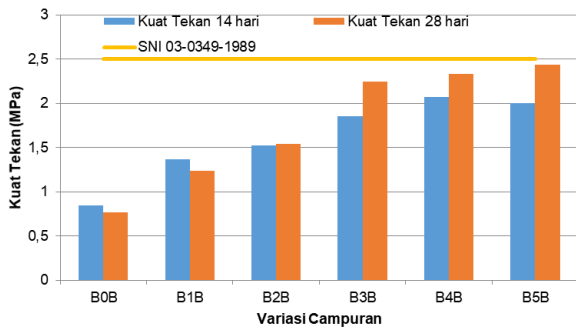


Gambar 3. Nilai kuat tekan variasi A (*Aluminium powder* 0,2%)

Pada sampel B dengan penambahan *aluminium powder* sebesar 0,25% kuat tekan yang dihasilkan juga dipengaruhi oleh SBE yang digunakan. Gambar 4 menunjukkan semakin banyak SBE yang digunakan kuat tekan juga akan meningkat. Kuat tekan terendah yang dihasilkan pada sampel B0B yaitu 0,84 MPa pada umur 14 hari dan 0,77 MPa pada umur 28 hari serta kuat tekan tertinggi pada sampel B5B yaitu 2,00 MPa pada umur 14 hari dan 2,43 MPa pada umur 28 hari. Dengan demikian, sampel B belum dapat dipergunakan sebagai material untuk pasangan dinding.

Dengan bertambahnya umur beton aerasi maka kekuatan akan meningkat dan penetapan kekuatan pada umur 28 hari yang merupakan umur maksimum beton. Pada penelitian ini sampel variasi A dan B mengalami peningkatan kekuatan seiring dengan bertambahnya umur beton, namun sampel variasi B belum dapat memenuhi persyaratan kekuatan yang ditetapkan SNI. Hal ini disebabkan karena

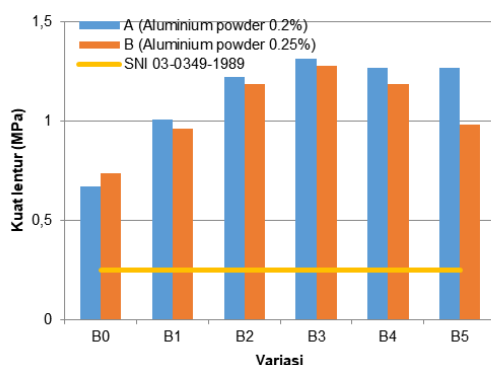
jumlah *aluminium powder* yang digunakan lebih banyak sehingga pori yang dihasilkan akan lebih banyak dibanding sampel variasi A yang mengakibatkan kekuatan sampel variasi B lebih rendah dari sampel variasi A.



Gambar 4. Nilai kuat tekan variasi B (*Aluminium powder* 0,25%)

3.4 Hasil Pengujian Kuat Lentur

Pengujian kuat lentur yang dihasilkan pada penelitian ini menunjukkan bahwa SBE memberikan pengaruh pada kuat lentur beton ringan. Gambar 5 menunjukkan bahwa kuat lentur akan meningkat seiring dengan penggunaan SBE hingga 30% diperoleh kuat tekan tertinggi yaitu pada sampel B3A dan B3B dengan nilai 1,32 MPa dan 1,28 MPa kemudian menurun pada penggunaan SBE diatas 30%. Kuat tekan terendah pada penelitian ini yaitu pada sampel tanpa menggunakan SBE yaitu 0,67 MPa pada sampel B0A dan 0,74 MPa pada sampel B0B. Pada penelitian ini penggunaan bubuk aluminium memberikan pengaruh terhadap kuat lentur beton aerasi, yang terlihat pada sampel variasi B dengan bubuk aluminium 0,25% menghasilkan kuat lentur yang lebih kecil bila dibandingkan dengan variasi A. Hal ini dikarenakan semakin banyak penggunaan bubuk aluminium akan menghasilkan pori udara yang lebih banyak sehingga menurunkan kekuatan lentur. Meskipun demikian, kuat lentur yang dihasilkan pada penelitian ini masih masuk dalam standar yang ditetapkan 10% dari kekuatan tekan yang disyaratkan SNI yaitu sebesar 0,25 MPa.



Gambar 5. Nilai kuat lentur

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa limbah SBE dapat dimanfaatkan dalam pembuatan beton ringan NAAC. Keterangan material tersebut dapat meningkatkan kuat tekan beton, kuat lentur beton dan densitas beton ringan yang dihasilkan serta

menurunkan nilai penyerapan air. Kuat tekan beton ringan yang dihasilkan pada penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai bata beton untuk pasangan dinding berdasarkan SNI 03-0349-1989 yaitu pada sampel B4A dan B5A dengan penggunaan SBE 40% dan 50% dengan *aluminium powder* 0,2% dari berat semen dengan kekuatan tekan yang dihasilkan sebesar 2,65 MPa dan 2,95 MPa pada umur 28 hari. Sampel beton B4A dan B5A juga menghasilkan kuat lentur sebesar 1,26 MPa dan 1,27 MPa dengan densitas 1206,32 kg/m³ dan 1313,73 kg/m³ serta penyerapan air sebesar 2,80% dan 2,51%.

Dengan terbitnya PP No 22 Tahun 2021 Keterangan SBE tidak lagi tergolong sebagai limbah bahan berbahaya dan beracun (B3). Hal ini memungkinkan pemanfaatan SBE sebagai alternatif material untuk menggantikan material alam yang semakin menipis dalam pembuatan material konstruksi. Oleh karena itu, akan terwujud material konstruksi yang lebih ramah lingkungan serta berkelanjutan.

PERSANTUNAN

Terima kasih kepada Kepala Pusat Riset Biomaterial BRIN bapak Dr. Akbar Hanif Dawam A., MT yang telah mendukung penuh sehingga riset ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

American Society for Testing and Materials.(1999). Standard Test Method for Compressive Strength of Lightweight Insulating Concrete. ASTM C 495-99. West Conshohocken, Pennsylvania : ASTM.

Ashari, M, L., Dermawan, D. & Sunarya, R, B. (2017). Pemanfaatan Limbah Padat *Spent Bleaching Earth* pada PT. SMART Tbk Surabaya Sebagai Pengganti Agregat Halus Pada Campuran Beton. Seminar MASTER 2017 PPNS. P : 123-128.

Badan Standardisasi Nasional. (1989). Bata Beton Untuk Pasangan Dinding. SNI 03-03491989. Jakarta : BSN

Badan Standardisasi Nasional. (2000). Metode pengujian kerapatan, penyerapan dan rongga dalam beton yang telah mengeras. SNI 6433 : 2000. Jakarta : BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2011). Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium. SNI 2493 : 2011. Jakarta : BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2015). Metode Uji Kuat Lentur Adukan Semen Hidraulik. SNI 6451 : 2015. Jakarta : BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2016). Metode Uji Densitas, Volume Produksi Campuran dan Kadar Udara Beton. SNI 1973 : 2016. Jakarta : BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2002). Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland untuk Pekerjaan Sipil. SNI 6825 : 2002. Jakarta : BSN.

Fattah, R. A., Mostafa, N. A., Mahmoud, M.S., & Abdelmoez, W. (2014). Recovery of oil and free fatty acids from *Spent Bleaching Earth* using sub-critical water technology supported with kinetic and thermo dynamic study.

- Advances in Bioscience and Biotechnology. 5:261-272.
- Halyushev, A., Holodnyak, M., & Nazhuyev, M. (2017). Effect of caustic soda on the intensity of gassing in the production of non-autoclaved aerated concrete. MATEC Web of Conferences 129, 05012 (2017). ICMTMTE 2017. P : 1-5.
- Harjanto,S., Sony,P., Suharno,B., & Ashadi, H.W. (2007). Strukturmikro Dan Sifat Fisik-Mekanik Beton Ringan Tanpa Pematangan Dalam Autoclave (*Non Autoclaved Aerated Concrete*, Naac). Jurnal Sains Materi Indonesia. 9(2).p:139-144.
- Krisyanti, S. & Sukandar. (2011). Recovery minyak dari limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) *Spent Bleaching Earth* dengan metode ekstraksi pelarut. Jurnal Teknik Lingkungan. 17 : 35-46.
- Melo, G.F., Oliveira, M.C.R., Peraça, S.E., & Oliveira, A.M. (2009). Thermal performance of polymeric lightweight concrete. 20th International Congress of Mechanical Engineering, Proceedings of COBEM.
- Narayanan, N.,& Ramamurthy K. (2000). Structure and properties of aerated concrete: A review. Cement and Concrete Composites. 22(5).p: 321–329.
- Nasution, E, Z. (2003). Manfaat dari beberapa jenis Bleaching Earth terhadap warna CPO (Crude Palm Oil). Jurnal Sains Kimia. 7(2).p: 31-35.
- Nugroho,A., Triastuti, Sumarno, A.,& Widodo, E.(2018). Studi tekno-ekonomi bata CLC (Cellular Lightweight Concrete) sebagai pengganti bata konvensional . Rekayasa Sipil Mercu Buana. 7(1). p: 55-62.
- R.C. VALORE. (1954). Cellular concretes-composition and methods of preparation . J. Am. Concr. Inst. 25 817-836.
- Shuisky, A., Stelmakh, S., Shcherban, E., & Torlina, E. (2017). Recipe-technological aspects of improving the properties of nonautoclaved aerated concrete. MATEC Web of Conferences 129, 05011 (2017). ICMTMTE 2017. P : 1-5.
- Sumarno, A., Prasetyo, A. M., Akbar, F., Widodo, E., Triastuti, Maidina., Nugroho, A., Budiman, I & Subiyanto, B. (2021) . Pemanfaatan limbah *Spent Bleaching Earth* pada stabilisasi tanah lempung dengan Clean Set Cement. Jurnal Teknologi Lingkungan. 22(1). p: 104-110.
- Sumarno, A., Widodo, E., Nugroho, A., Triastuti & Suryanegara, L. (2017). Pemanfaatan Limbah *Spent Bleaching Earth* (SBE) dari industri pengolahan minyak kelapa sawit pada aplikasi bata beton. Prosiding Seminar Lignoselulosa 2017.p:42-46.
- Sumarno, A., Widodo, E., Triastuti & Nugroho, A. (2018). Pengaruh waktu curing terhadap kuat tekan mortar semen dengan limbah *Spent Bleaching Earth* (SBE) sebagai substitusi agregat halus. Prosiding Seminar Lignoselulosa 2018.p:58-62.
- Suryani, A., Pari, G., & Aswad, A. (2013). Proses reaktivasi *Spent Bleaching Earth* sebagai adsorben untuk pemurnian biodiesel dan Crude Palm Oil. Prosiding Seminar Tahunan Maksi 2013.p :274-296.
- Tee, C.K. (2010). Performance of *Spent Bleaching Earth* as cement replacement in concrete. Thesis. University Malaysia Pahang
- Wagrakdiskul, U., Khonkaew, P., & Wongchareonsin,T. (2014). Use of the *Spent Bleaching Earth* from Palm Oil Industry in non fired wall tiles. Proceeding International Symposium on the Fusion Technologies.p : 1-10.