



## Mechanical Behavior of Lightweight Concrete Mixed With Bamboo Shavings

B. Erdiansyah Putra<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Bima

Email\*: [yhandecoz@gmail.com](mailto:yhandecoz@gmail.com)

Diterima November 2023; Disetujui November 2023; Dipublikasi Desember 2023

**Abstract.** The development and progress of science, especially in the field of building materials technology, has encouraged the birth of new concepts, especially for construction made of concrete. One of these new concepts is by presenting innovations in the manufacture of lightweight concrete to reduce the excessive use of bricks / concrete blocks as non-structural building materials such as walls. One way to overcome this is to use lightweight concrete as a precast wall or as a brick. Its use can reduce the magnitude of the load acting on the building and is fast in installation. The purpose of this research on lightweight concrete with a mixture of bamboo shavings is to determine the properties of the stacking material, the relationship between mechanical properties at the age of 14 and 28 days of concrete with no soaking conditions, and the effect of the addition of bamboo shavings. The tests and examinations carried out were compressive strength, strain, and content weight of lightweight concrete. The results showed that lightweight concrete with the most ideal bamboo shavings mixture was 1 cement: 1-1.5 bamboo shavings: 2 sand (fas value: 0.8) has a compressive strength of 1.65 MPa and 1.63 MPa, respectively, for a content weight of 753.01 kg/m<sup>3</sup> and 609.66 kg/m<sup>3</sup>.

**Keywords:** *Lightweight-Concrete, Bamboo Shavings, Compressive Strength, Weight Content*

**Abstrak.** Perkembangan dan kemajuan ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang teknologi bahan bangunan telah mendorong lahirnya konsep-konsep baru khususnya terhadap konstruksi yang terbuat dari beton. Konsep-konsep baru tersebut salah satunya dengan menghadirkan inovasi pembuatan beton ringan untuk mengurangi Penggunaan bata/batako yang berlebih sebagai bahan penyusun bangunan non-struktural seperti dinding. Salah satu cara untuk mengatasinya adalah dengan penggunaan beton ringan sebagai dinding pracetak maupun sebagai batako. Penggunaannya dapat mengurangi besarnya beban yang bekerja pada bangunan dan cepat dalam pemasangannya. Banyak cara untuk membuat beton ringan seperti penggunaan agregat ringan, Tujuan penelitian beton ringan dengan campuran serutan bambu ini adalah untuk mengetahui sifat-sifat bahan susun, hubungan antara sifat mekanik pada umur beton 14 dan 28 hari dengan kondisi tanpa perendaman, serta pengaruh penambahan serutan bambu. Pengujian dan pemeriksaan yang dilakukan adalah kuat tekan, regangan, dan berat isi beton ringan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton ringan dengan campuran serutan bambu paling ideal adalah 1 semen: 1-1,5 serutan bambu : 2 pasir (nilai fas : 0,8) masing-masing memiliki kuat tekan 1,65 MPa dan 1,63 Mpa, untuk berat isi masing-masing 753,01 kg/m<sup>3</sup> dan 609,66 kg/m<sup>3</sup>.

**Kata kunci:** *Beton-Ringan, Serutan Bambu, Kuat Tekan, Berat Isi*



## **1 Pendahuluan**

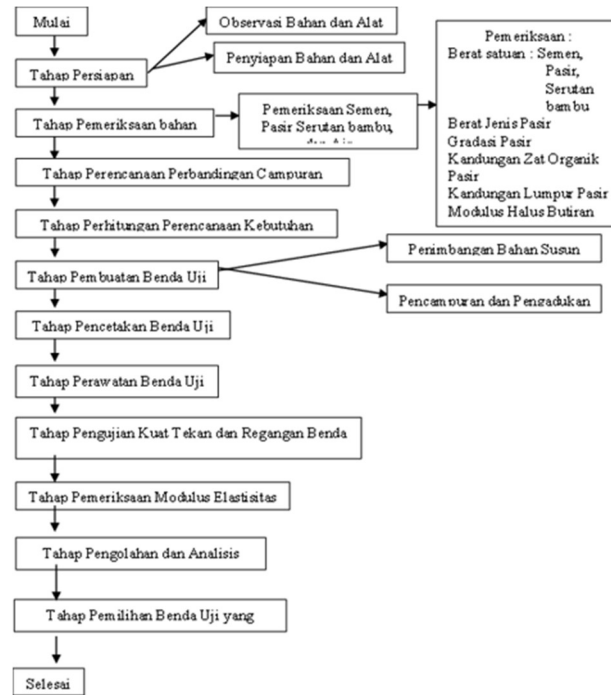
Perkembangan dan kemajuan ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang teknologi bahan bangunan telah mendorong lahirnya konsep-konsep baru khususnya terhadap konstruksi yang terbuat dari beton. Konsep-konsep baru tersebut salah satunya dengan menghadirkan inovasi pembuatan beton ringan untuk mengurangi Penggunaan bata/batako yang berlebih sebagai bahan penyusun bangunan non-struktural seperti dinding. salah satu cara untuk mengatasinya adalah dengan penggunaan beton ringan sebagai dinding pracetak maupun sebagai batako (Erdiansyah 2023). Penggunaannya dapat mengurangi besarnya beban yang bekerja pada bangunan dan cepat dalam pemasangannya. Banyak cara untuk membuat beton ringan seperti penggunaan agregat ringan, penggunaan styrofoam, beton kertas (*papercrete*), serta penggunaan campuran serutan bambu. Serutan bambu yang memiliki potensi ketersediaan cukup besar dan selama ini dianggap sebagai limbah dari bambu dicoba untuk dijadikan sebagai salah satu alternatif bahan bangunan (Putri, Artiani, and Handayasari 2017). Serutan bambu dalam campuran beton ringan akan digunakan sebagai salah satu bahan alternatif pengganti bata untuk bahan penyusun dinding khususnya dinding partisi atau panel dinding (Putri et al. 2017).

Tujuan penelitian beton ringan dengan campuran serutan bambu ini adalah untuk mengetahui sifat-sifat bahan susun, hubungan antara sifat mekanik pada umur beton 14 dan 28 hari dengan kondisi tanpa perendaman, serta pengaruh penambahan serutan bambu. Sifat fisik dan mekanik Bambu dipengaruhi oleh umur, posisi ketinggian, diameter, tebal daging bambu, posisi beban baik pada buku ataupun ruas (Janssen, 1991) selain itu, faktor-faktor lingkungan tempat tumbuh bambu juga berpengaruh terhadap sifat fisik dan mekanik bambu (Masdar, 2009). Bagian ini berisi tentang permasalahan penelitian, rencana pemecah penelitian, tujuan penelitian dan rangkuman kajian teoritik yang berkaitan dengan masalah yang diteliti.

## **2 Metode Penelitian**

Bahan susun beton ringan dengan campuran serutan bambu yang digunakan pada penelitian ini meliputi; semen portland tiga roda, agregat halus (pasir) dari sekitar wilayah kota, serutan bambu dari lokasi penyerutan kayu, dan air dari Laboratorium Workshop Dinas PU Kota Bima. Peralatan yang digunakan pada penelitian ini meliputi; timbangan, satu set ayakan pasir, piknometer, gelas ukur, jangka sorong atau kaliper, stopwatch,

kerucut abrams dan tongkat penumbuk, satu set alat ember, cetok, cetakan kubus mortar dan alat uji tekan mortar



Gambar 1. Diagram alir pelaksanaan penelitian

### 3 Tinjauan Pustaka

#### 3.1 Bahan Susun Beton Ringan dengan Campuran Serutan Bambu

Semen Portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling klinker terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain (SNI 15-2049-2004).

Pasir yang digunakan berasal dari Pasir Hodo secara umum memenuhi persyaratan. Berat satuan pasir 1491,5 kg/m<sup>3</sup>, berat jenis pasir SSD 2,78, dan penyerapan pasir terhadap air sebesar 2.05%. Hal ini menunjukkan pasir termasuk agregat normal. Kadar lumpur yang terkandung pasir sebesar 2,185%, modulus halus butiran pasir sebesar 2,84 memenuhi range modulus yaitu 2,6 – 2.9. Warna larutan di atas pasir setelah didiamkan selama 24 jam ternyata sama dengan warna standar no.11, sehingga pasir dinyatakan tidak mengandung zat organis. Menurut Tjokrodimuljo (1996), gradasi pasir berdasarkan kekasarannya, berada pada daerah I yaitu pasir agak kasar.

Serutan bambu yang digunakan dalam keadaan kering dan mempunyai berat satuan 36,6 kg/m<sup>3</sup>. Jenis bambu yang digunakan adalah Bambu Tali yang berada di wilayah Nusa Tenggara Barat. Air untuk campuran beton minimal memenuhi syarat sebagai air minum yang tawar, tidak berbau, dan tidak mengandung bahan-bahan organis yang dapat merusak beton atau tulangnya (Tata Cara Perhitungan Setandar Beton Untuk Bangunan Gedung, SNI 03-2847-2002). Selain untuk reaksi pengikatan dapat juga untuk perawatan sesudah beton dituang air untuk perawatan (curing) harus memiliki syarat-syarat yang lebih tinggi dari air untuk pembuatan beton keasamannya tidak boleh atau PH>6 juga tidak dibolehkan terlalu sedikit mengandung kapur. Menurut PUBBI (1982) ada beberapa persyaratan air yg untuk digunakan dalam campuran aebagai berikut :

- 1) Air harus bersih.
- 2) Tidak mengandung lumpur, minyak, asam, alkali, garam-garam, bahan organis atau bahan-bahan lain yang dapat dilihat secara visual.
- 3) Semua air yang mutunya meragukan harus dianalisa dengan kimia dan dievaluasi mutunya menurut pemakaiannya.
- 4) Tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 gr/liter

### 3.2 Rencana Kebutuhan Bahan Adukan

Rencana kebutuhan bahan adukan beton ringan dengan campuran serutan bambu dalam penelitian ini dengan cara perbandingan volume. Kebutuhan bahan yang diperlukan dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Kebutuhan bahan adukan beton ringan dengan campuran serutan bambu per m<sup>3</sup>

Variasi Adukan	Perbandingan Semen : Serutan bambu : Pasir	1 m <sup>3</sup>		
		Semen (kg)	Serutan bambu (kg)	Pasir (m <sup>3</sup> )
1 dan 4	1 : 0,5 : 2	335,1	5,2	0,57
2 dan 5	1 : 1 : 2	293,3	9,2	0,5
3 dan 6	1 : 1,5 : 2	260,7	12,2	0,44

### 3.3 Pembuatan dan Pengujian Benda Uji

Benda uji berupa kubus dengan ukuran sisi-sisinya 5cm x 5 cmx5 cm. Masing-masing perbandingan campuran dibuat 9 benda uji, dan total jumlah benda uji 36 buah. Adukan yang telah homogen selanjutnya dituang dalam cetakan disertai dengan pemadatan dengan alat penumbuk secara merata di seluruh permukaan adukan agar diperoleh hasil

yang padat dan rapat, kemudian jika adukan dalam cetakan sudah penuh permukaan atasnya diratakan dengan sendok semen. Adukan akan dikeluarkan dari cetakan setelah berumur 7 hari. Pengujian dilakukan pada umur beton 14 hari dengan 3 buah benda uji, dan 28 hari dengan 3 buah benda uji untuk masing-masing variasi campuran pada kondisi tanpa perendaman. Pengujian yang dilakukan meliputi berat isi, kuat tekan, dan regangan.

### 3.4 Analisa Data

Hasil pengujian selanjutnya dianalisis dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Berat isi (B)} = \frac{W_b}{V} \quad (1)$$

dengan :

W<sub>b</sub> = berat benda uji, kg

V = volume benda uji, m<sup>3</sup>

$$\text{Kuat tekan (f'c')} = \frac{P}{A} \quad (2)$$

dengan :

P = beban maksimum, N

A = luas permukaan benda uji, mm<sup>2</sup>

$$\text{Regangan } (\varepsilon) = \frac{\delta}{L} \quad (3)$$

dengan :

ε = perpendekan, mm

L = tinggi benda uji, mm

Modulus elastisitas sekan menggunakan persamaan :

$$E_{ci} = \frac{f'_{ca}}{\varepsilon_{ca}} \quad (4)$$

dengan :

E<sub>ci</sub> = modulus sekan beton tekan,

f'ca = kuat tekan beton pada 0.5 f'c

εca = regangan beton saat tegangan beton mencapai f'ca

Modulus elastisitas adalah kemiringan kurva tegangan-regangan beton pada kondisi linier atau mendekati linier. Menurut Wang dan Salmon (1986) dari suatu kurva tegangan-

regangan beton, kita dapat melihat modulus awal, modulus tangen (tangent modulus) dan modulus sekan (secant modulus). Modulus sekan yang ditentukan pada saat kuat tekan beton mencapai 25%-50% dari kuat tekan beton maksimum biasanya disebut sebagai modulus elastisitas untuk bahan beton. Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi modulus elastisitas beton yaitu kelembaban beton, agregat dan modulus halus agregat (Neville and Brooks, 1987).

#### 4 Hasil dan Pembahasan

Menurut SNI : 03-3449-1994, Dobrowolski (1998) dan Neville and Brooks, (1987). bahwa ada beberapa kategori berdasarkan kuat dan berat jenisnya seperti pada Tabel 2. Dan Tabel 3. di bawah in.

**Tabel 2.** Jenis-jenis beton ringan berdasarkan berat jenis, kuat tekan dan agregat penyusunnya (SNI : 03-3449-1994)

Uraian	Beton ringan		Jenis agregat ringan
	Kuat tekan (MPa)	Berat jenis (kg/m <sup>3</sup> )	
Struktural :			Agregat ringan dibuat melalui proses pemanasan dari batu serpih, lempung, sabakterak besi dan abu terbang.
• Maksimum	41,360	1860	
• Minimum	17,240	1400	
Struktural Ringan			Agregat ringan lama: skoria atau batu apung.
• Maksimum	17,240	1400	
• Minimum	6,890	800	
Struktur Sangat Ringan Sebagai Isolasi :	-	800	Perlit atau vermikulit
• Maksimum	-	-	
• Minimum	-	-	

Sumber : SNI : 03-3449-1994

**Tabel 3.** Jenis-jenis beton ringan berdasarkan berat jenis dan kuat tekannya (Dobrowolski,1998) dan (Neville and Brooks, 1987).

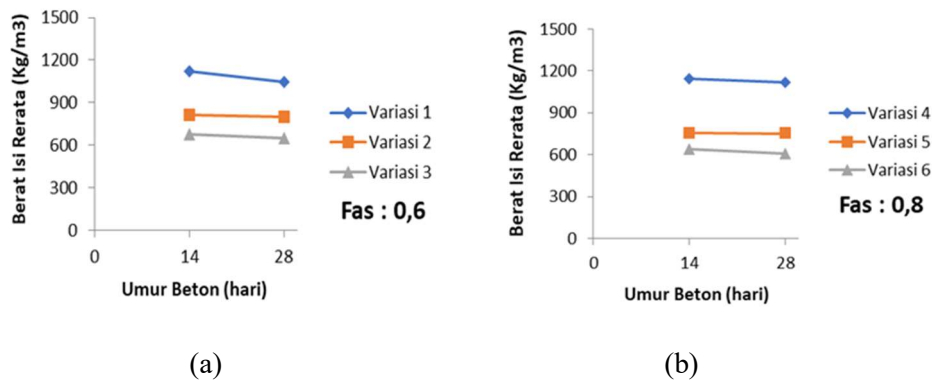
Sumber	Jenis Beton Ringan	Berat jenis (kg/m <sup>3</sup> )	Kuat tekan (MPa)
Dobrowolski (1998)	Beton dengan berat jenis rendah ( <i>Low-Density Concretes</i> )	240–800	0,350 – 6,90



	Beton ringan dengan kekuatan menengah ( <i>Moderate-Strength Lightweight Concretes</i> )	800–1440	6,900 – 17,300
	Beton ringan struktur ( <i>Structural Lightweight Concretes</i> )	1440–1900	> 17.300
	Beton ringan struktur ( <i>Structural Lightweight Concrete</i> )	1400–1800	> 17
Neville and Brooks (1987)	Beton ringan untuk pasangan batu ( <i>Masonry Concrete</i> )	500–800	7 – 14
	Beton ringan penahan panas ( <i>Insulating Concrete</i> )	< 800	0.700 – 7

Berat isi yang diperiksa pada penelitian ini adalah berat isi basah (beton segar) dan berat isi beton kering. Berat isi basah (beton segar) merupakan perbandingan antara berat beton basah (beton segar) dibagi dengan volume beton tersebut. Berat isi beton kering merupakan perbandingan antara berat beton kering pada umur beton tertentu dibagi dengan volume beton tersebut.

Berat isi rerata beton ringan dengan campuran serutan bambu pada umur beton 28 hari untuk Variasi 1, 2 dan 3 ( nilai fas : 0.6) berturut-turut sebesar 1046.75 kg/m<sup>3</sup>, 799.43 kg/m<sup>3</sup>, dan 650.94 kg/m<sup>3</sup> dan untuk Variasi 4, 5, dan 6 ( nilai fas : 0,8) berturut-turut sebesar 1116.89 kg/m<sup>3</sup>, 753.01 kg/m<sup>3</sup>, dan 609.66 kg/m<sup>3</sup>. Menurut Tjokrodimuljo (1996), beton disebut beton ringan jika beratnya kurang dari 1800 kg per meter kubik. Hal ini berarti bahwa beton ringan dengan campuran serutan bambu dengan variasi tersebut termasuk dalam beton ringan. Hubungan antara berat isi rerata beton ringan dengan campuran serutan bambu pada masing-masing variasi perbandingan campuran dengan umur beton ringan dapat dilihat pada Gambar berikut..



**Gambar 2** (a) dan (b). Grafik hubungan berat isi rerata berbagai variasi campuran dengan umur beton

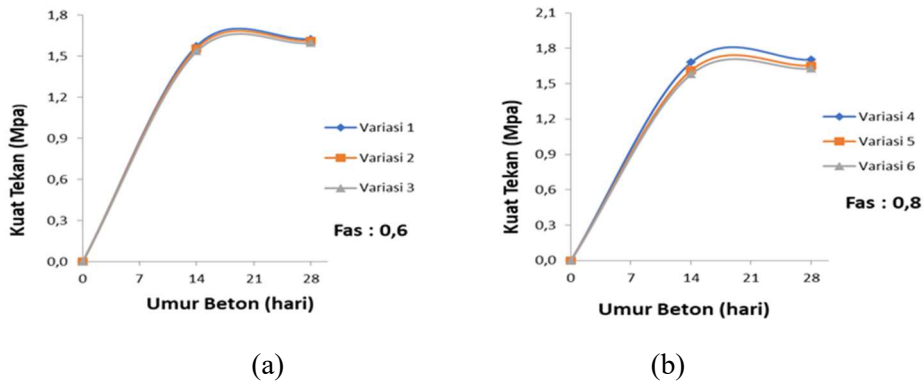
Hasil pemeriksaan berat isi rerata beton ringan dengan campuran serutan bambu pada umur 28 hari menunjukkan adanya penurunan berat isi beton. Hal ini disebabkan karena kandungan air yg ada di dalam beton ringan semakin berkurang seiring bertambahnya umur beton. Berkurangnya air disebabkan karna terjadinya penguapan semakin lama penguapan beton semakin kering dan ringan.

Beton Ringan dengan Campuran Serutan bambu untuk variasi 1 (0.6) dan 4 (0.8) tersebut menurut klasifikasi SNI 03-3449-1994 termasuk klasifikasi sebagai beton ringan untuk struktur ringan. Menurut klasifikasi Dobrowolski (1998) untuk Variasi 1 (0.6) dan 4 (0.8) termasuk klasifikasi beton ringan kekuatan menengah (Moderate-Strength Lightweight Concretes). Menurut klasifikasi Neville dan Brooks (1987), Beton Ringan dengan Campuran Serutan bambu untuk Variasi 1 (0.6) dan 4 (0.8) tidak termasuk klasifikasi.

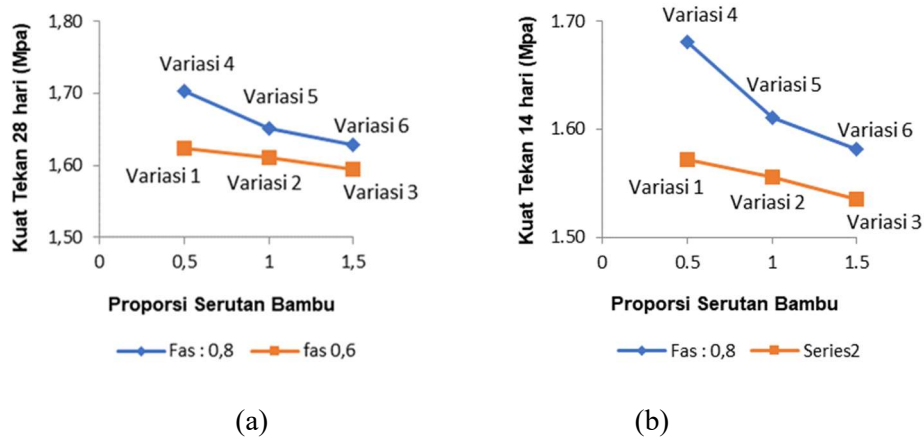
Beton Ringan dengan Campuran Serutan bambu untuk variasi 2, 3 (0.6) dan 5, 6 (0.8) tersebut menurut klasifikasi SNI 03-3449-1994 termasuk klasifikasi sebagai struktur sangat ringan untuk bahan isolasi. Menurut klasifikasi Dobrowolski (1998) untuk variasi 2, 3 (0.6) dan 5, 6 (0.8) termasuk klasifikasi beton ringan dengan berat jenis rendah (Low-Density Concretes). Menurut klasifikasi Neville dan Brooks (1987), Beton Ringan dengan Campuran Serutan bambu untuk variasi 2, 3 (0.6) dan 5, 6 (0.8) termasuk klasifikasi Beton ringan untuk pasangan batu (Masonry Concrete).

Pengujian kuat tekan dilakukan pada beton umur 14 dan 28 hari dengan kondisi tanpa perendaman. Hasil pengujian kuat tekan pada masing-masing variasi perbandingan campuran dapat dilihat Gambar 3(a) dan (b).



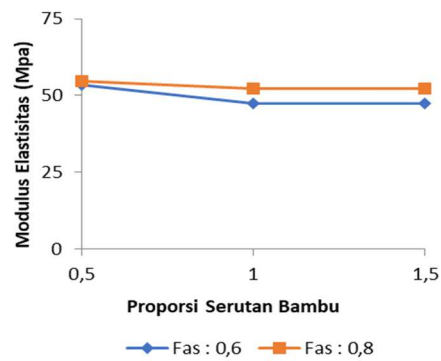


Gambar 3 (a) dan (b). Grafik Hubungan kuat tekan dan umur beton ringan (fas : 0.6 dan 0.8)



Gambar 4 (a) dan (b). Hubungan kuat tekan beton ringan dengan campuran serutan bambu dengan umur.

Pada Gambar 4 (a) dan (b) diatas. menunjukkan bahwa prosentase kuat tekan yang dicapai pada variasi 1 (0,6) dan 2 (0,6) mengalami kenaikan seiring dengan kenaikan umur beton yang setiap hari ikatannya semakin kuat, hal ini mirip dengan perilaku beton normal (PBI-1971). Sedangkan untuk variasi lainnya terjadi kenaikan kuat tekan maksimum terjadi pada umur 14 hari kemudian menurun. Hal ini dikarenakan penyerapan serutan bambu terhadap air sangat besar.



Gambar 5. Grafik hubungan modulus elastisitas untuk variasi umur beton dengan variasi perbandingan campuran

Modulus elastisitas beton ringan dengan campuran serutan bambu dipengaruhi oleh kuat tekan dan regangannya. Kuat tekan dan regangan meningkat semakin besar seiring dengan pertambahan umur beton. Kuat tekan dan regangan bertambah secara cepat/hampir linier sebelum umur 7 hari, dan persentase penambahannya akan menguat setelah umur 13 hari. Kuat tekan beton ringan dengan campuran serutan bambu hasil penelitian pada semua variasi meningkat seiring dengan bertambahnya umur beton. Hal ini sangat berpengaruh pada besarnya nilai modulus elastisitas, hal ini dapat ditunjukkan pada Gambar 5 di atas.

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan pada, maka diperoleh kuat tekan rerata beton ringan dengan campuran Serutan bambu.pada umur 28 hari untuk Variasi 1, 2, dan 3 (Nilai fas : 0,6) berturut-turut adalah sebesar 1.62 MPa, 1,61 MPa, 1.59 MPa, dan untuk Variasi 4, 5, dan 6 (Nilai fas : 0.8) berturut-turut adalah sebesar 1.70 MPa, 1,65 MPa, 1.63 Mpa. Penggunaan serutan bambu pada variasi 4 (fas : 0,8) memiliki kuat tekan yang paling tinggi diantara variasi lainnya, dengan kuat tekan sebesar 1.7 MPa. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa beton ringan dengan campuran serutan bambu yang optimum adalah 1 semen : 0.5 serutan bambu : 2 pasir (nilai fas : 0.8). Beton ringan tersebut mempunyai berat isi 609.66 kg/m<sup>3</sup>, kuat tekan 1.70 MPa

Kat tekan menurut klasifikasi Dobrowolski (1998), beton ringan dengan campuran Serutan bambu.pada semua variasi campuran termasuk beton ringan dengan berat jenis rendah (Low-Density-Concrete) karena memiliki kuat tekannya antara 0.35 -6.90 MPa., rdasarkan kuat tekan menurut klasifikasi Neville dan Brooks (1987), beton ringan dengan campuran Serutan bambu. pada semua variasi campuran termasuk beton ringan penahan

panas (Insulating - Concrete) karena memiliki kuat tekannya antara 0.7 - 7 Mpa, dapat dilihat pada Tabel 3.

## 5 Kesimpulan

Sifat mekanik beton ringan dengan campuran serutan bambu pada umur beton 14 dan 28 hari dengan kondisi tanpa perendaman adalah sebagai berikut ini:

- 1) Berat isi Beton dengan Campuran Serutan bambu pada umur 28 hari untuk semua variasi campuran lebih kecil dari 1800 kg/m<sup>3</sup> (< 1800 kg/m<sup>3</sup>) termasuk kategori Beton ringan. Dan Beton Ringan dengan Campuran Serutan bambu untuk semua variasi campuran mengalami penurunan berat isi seiring dengan bertambahnya umur beton.
- 2) Hasil pemeriksaan dan perhitungan grafik tegangan-regangan menunjukkan bahwa nilai modulus elastisitas rerata pada umur 28 hari, untuk variasi 1, 2, 3 (nilai fas: 0.6) berturut-turut sebesar 53.4706 Mpa, 47.4235 Mpa, 47.3456 Mpa. Sedangkan untuk variasi 4, 5, 6 (nilai fas: 0.8) berturut-turut sebesar 54.6622 Mpa, 52.2512 Mpa, 52.1691 Mpa. Secara umum dapat disimpulkan bahwa penggunaan serutan bambu sebagai bahan pengisi menyebabkan beton ringan dengan campuran serutan bambu memiliki regangan yang cukup besar.
- 3) Menurut SNI: 03-3449-1994 berdasarkan kuat tekan dan Berat Isi beton ringan serutan bambu termasuk dalam kategori struktur sangat ringan untuk Isolasi
- 4) Menurut Dobrowolski (1998) berdasarkan kuat tekan dan Berat Isi beton ringan serutan bambu termasuk dalam kategori Beton dengan Berat Jenis Rendah (Low-Density Concretes).
- 5) Menurut Neville and Brooks (1987) berdasarkan kuat tekan dan Berat Isi beton ringan serutan bambu termasuk dalam kategori Beton Ringan Penahan Panas (Insulating Concrete)

Campuran yang optimum sesuai dengan klasifikasi beton ringan adalah beton ringan dengan perbandingan 1 semen : 1-1,5 serutan bambu : 2 pasir, masing-masing memiliki kuat tekan 1.65 MPa dan 1.63 Mpa, untuk berat isi masing-masing 753.01 kg/m<sup>3</sup> dan 609.66 kg/m<sup>3</sup>. Beton Ringan Serutan Bambu (BRSB) merupakan alternatif untuk pembuatan sekat dinding atau panel dinding karena memiliki keunggulan lebih mudah dipasang dan ringan.



## 6 Daftar Pustaka

- [1] Badan Standarisasi Nasional, 2002, SNI 03-2847-2002, Tata Cara Perhitungan Setandar Beton Untuk Bangunan Gedung, Bandung
- [2] Badan Standarisasi Nasional, 2004, SNI 15-2049-2004, Semen Portland, Bandung
- [3] Departemen Pekerjaan Umum, 1982, Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBBI), Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung
- [4] Departemen Pekerjaan Umum, 1994, SNI 03-3449-1994 Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan Dengan Agregat Ringan. Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung
- [5] Dobrowolski. A. Joseph., 1998, Concrete Construction Hand Book, The McGraw-Hill CoMPanies, Inc., New York
- [6] Erdiansyah, B. Putra. 2023. "Pengaruh Penambahan Limbah Karbit Terhadap Sifat Mekanik Beton." Jurnal Sainteka 4(2).
- [7] [6]
- [8] Janssen, J.J.A., 1991, Mechanical Properties of Bamboo, Kluwer Academic Publisher, Netherland
- [9] Masdar, A., 2009, Pengaruh Lingkungan Tempat Tumbuh Bambu Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik bamboo Petung, Proceeding Seminar Nasional Rekayasa Bambu sebagai Bahan Bangunan Ramah Lingkungan ISBN:978-979-19525-0-7, UGM, Yogyakarta
- [10] Neville, A.M. and Brooks, J.J., 1987, Concrete Technology, First Edition, Longman Scientific & Technical, England.
- [11] Putri, Desi, Gita Puspa Artiani, and Indah Handayasari. 2017. "Studi Pengaruh Penambahan Limbah Serutan Bambu Terhadap Kuat Tekan Batako." Jurnal Konstruksia (Vol 9, No 1 (2017): Jurnal Konstruksia Vol 9 No. 1 Tahun 2017):27-40.