

KUAT LENTUR, *TOUGHNESS*, DAN *STIFFNESS* PADA BETON RINGAN TEKNOLOGI FOAM DENGAN BAHAN TAMBAH SERAT ALUMINIUM

¹⁾Purnawan Gunawan, ²⁾Agus Setiya Budi, ³⁾Kunto Dwi Wicaksono

^{1,2)} Pengajar, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

³⁾ Mahasiswa, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta, Jln Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126 Telp: 0271-634524. Email : wicaksonokun@gmail.com

Abstract

Lightweight concrete foam technology obtained by adding foam agent (liquid foam) into the concrete mix. The primary use of lightweight concrete is to reduce the burden of the concrete itself is categorized as a dead load on the structure calculations. Lightweight concrete can be planned to meet the same strength of normal concrete. The purpose of this study to determine the extent of the effect of adding aluminium to fiber density, flexural strength, toughness and stiffness of lightweight foam concrete fiber aluminium. The method used is an experimental method in the laboratory of the Sebelas Maret University. Flexural strength values mean the lightweight foam concrete without fiber at 1.04 MPa, while the lightweight foam concrete fiber percentage of aluminium with 0.25%, 0.5% and 1% respectively of 1.32 MPa; 1.62 MPa dan 1.08 MPa. Value of the average toughness of the lightweight foam concrete without fiber at 0.66 kNmm, while the lightweight foam concrete fiber percentage of aluminium with 0.25%, 0.5% and 1% respectively of 0.91 kNmm; 1.14 kNmm dan 0.69 kNmm. Stiffness of lightweight concrete median percentage of fiber fibrous aluminium with 0%, 0.25%, 0.5%, and 1% respectively - also is 5.04 kN/mm; 5.91 kN/mm; 7.24 kN/mm and 5.89 kN/mm.

Keywords: *Lightweight Concrete, Foam agent, Aluminium Fibers, Modulus of Elasticity, Compressive Strength, Tensile Strength.*

Abstrak

Beton ringan dengan teknologi foam diperoleh dengan menambahkan foam agent (cairan busa) ke dalam campuran beton. Keutamaan penggunaan beton ringan adalah untuk mengurangi beban beton sendiri (*selfweight*) yang dikategorikan sebagai beban mati pada hitungan struktur. Beton ringan dapat direncanakan untuk memenuhi kekuatan yang sama dengan beton normal. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penambahan serat aluminium terhadap berat jenis, kuat lentur, *stiffness*, *toughness* beton ringan foam berserat aluminium. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen di Laboratorium Bahan Universitas Sebelas Maret Surakarta. Nilai kuat lentur rata-rata pada beton ringan foam tanpa serat sebesar 1.04 MPa, sedangkan pada beton ringan foam berserat aluminium dengan persentase serat 0.25%; 0.5%; dan 1% secara berurutan sebesar 1.32 MPa; 1.62 MPa dan 1.08 MPa. Nilai *toughness* rata-rata pada beton ringan foam tanpa serat sebesar 0.66 kNmm, sedangkan pada beton ringan foam berserat aluminium dengan persentase serat 0.25%; 0.5%; dan 1% secara berurutan sebesar 0.91 kNmm; 1.14 kNmm dan 0.69 kNmm. Nilai *stiffness* rata-rata beton ringan berserat aluminium dengan persentase serat 0%, 0.25%, 0.5%, dan 1% secara berturut-turut adalah 5.04 kN/mm; 5.91 kN/mm; 7.24 kN/mm dan 5.89 kN/mm.

Kata Kunci: beton ringan, *foam agent*, serat aluminium, *Stiffness*, kuat lentur, *toughness*.

PENDAHULUAN

Beton merupakan bagian terpenting dari sebuah konstruksi bangunan. Penggunaan beton banyak mengalami penyempurnaan dalam hubungan dengan fungsi, kekuatan, unsur manfaat dan biaya dari suatu perencanaan struktur. Berat beton merupakan bagian terbesar yang berpengaruh terhadap beban struktur bangunan tersebut.

Dalam perancangan struktur berat jenis beton sangat diperhitungkan, karena berat jenis beton yang tinggi yaitu berkisar antara 2400 kg/m³ akan sangat berpengaruh terhadap pembebanan struktur. Untuk mengatasinya dibuat beton ringan dengan berat jenis yang lebih rendah dari berat jenis beton normal yaitu kurang dari 1900 kg/m³ (SK SNI 03-3402-1994).

Ada beberapa metode untuk mengurangi berat sendiri di beton ringan. Pertama, mengganti komponen agregat kasar dengan agregat kasar ringan. Kedua, mengkombinasikan metode pertama dan meniadakan agregat halus yang sering disebut dengan beton non pasir. Metode ketiga adalah meniadakan agregat kasar dan memasukkan rongga udara di dalam beton. Pembuatan rongga udara di dalam beton menggunakan *foaming agent* yang disebut sebagai *lightweight foamed concrete* (LFC).

Dalam penelitian ini menggunakan metode yang ketiga yaitu pembuatan rongga udara di dalam beton menggunakan *foaming agent* yang disebut sebagai *lightweight foamed concrete* (LFC). Penelitian yang dilakukan ini akan mengkaji kuat lentur, *toughness*, dan *stiffness* beton ringan setelah diberi bahan tambah foam dan serat, sehingga

dari penelitian ini diharapkan dapat diperoleh struktur beton ringan yang daktail, durabilitas tinggi, dan mampu menahan gaya lentur yang lebih tinggi

TINJAUAN PUSTAKA

Beton ringan menurut Tjokrodimuljo (1996) adalah beton yang mempunyai berat jenis kurang dari 1800 kg/m^3 , sedangkan pada beton biasa 2400 kg/m^3 . Menurut Neville (1975), beton diklasifikasikan sebagai beton ringan jika berat jenisnya kurang dari 2000 t/m^3 . Mac Gregor (1999), mendefinisikan beton ringan sebagai beton mempunyai berat jenis (densitas beton) antara 1400 kg/m^3 sampai 1900 kg/m^3 , yang menggunakan agregat ringan seperti *pumice*, agregat buatan yang berasal dari lempung yang mengembang akibat proses pemanasan, dan slag dari tungku pembakaran.

Beton foam adalah campuran antara semen, air, agregat dengan bahan tambah (*admixture*) tertentu yaitu dengan membuat gelembung-gelembung atau udara dalam adukan semen sehingga terjadi banyak pori-pori udara di dalam betonnya (Husin, dan Setiaji, 2008).

Beton serat (*fiber concrete*) ialah bagian komposit yang terdiri dari beton biasa dan bahan lain yang berupa serat. Bahan serat dapat berupa : serat asbestos, serat tumbuh-tumbuhan (rami, bambu, ijuk), serat plastik (*polypropylene*), atau potongan kawat baja (Tjokrodimuljo 1996).

Material Pembentuk Beton Ringan Foam Berserat

Semen *Portland*

Semen berfungsi untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang padat dan juga mengisi rongga-rongga diantara butiran-butiran agregat. Salah satu jenis semen yang biasa dipakai dalam pembuatan beton ialah semen portland (Tjokrodimuljo 1996).

Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alam hasil disintegrasi alami dari batu-batuan (*natural sand*) atau berupa pasir buatan yang dihasilkan dari alat-alat pemecah batuan (*artificial sand*) dengan ukuran kecil (0,15 mm - 5 mm). (SK SNI T-15-1991-03).

Air

Air diperlukan pada pembuatan beton agar terjadi reaksi kimiawi dengan semen yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan, untuk membasahi agregat dan untuk melumas butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan (SNI 03-2847-2002). Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan sekitar 25% - 30% dari berat semen.

Foam Agent

Menurut Husin dan Setiaji (2008), *foam agent* adalah suatu larutan pekat dari bahan surfaktan, dimana apabila hendak digunakan harus dilarutkan dengan air. Surfaktan adalah zat yang cenderung terkonsentrasi pada antar muka dan mengaktifkan antar muka tersebut. Dengan membuat gelembung-gelembung gas/udara dalam adukan semen. Dengan demikian akan terjadi banyak pori-pori udara di dalam betonnya. Dalam penelitian foam agent menggunakan bahan yang digunakan adalah *Spectrafoam*, HDM, *Polimer*.

Serat Aluminium

Aluminium adalah unsur logam yang berperan membuat kehidupan manusia lebih nyaman dan mudah. Aluminium merupakan unsur yang melimpah yang ada di alam, dan merupakan logam berwarna putih keperakan, ringan, serta mudah di cetak. Dalam kerak bumi, aluminium merupakan unsur paling berlimpah ke-3 setelah oksigen dan silikon.

Pengujian Beton Serat

Kuat Lentur

Kuat lentur adalah besarnya nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton berbentuk balok yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji tersebut yang diletakkan mendatar di atas permukaan meja penekan mesin uji lentur atau juga didefinisikan sebagai hasil bagi antara momen lentur terhadap momen inersia balok beton. Pengujian kuat lentur beton ringan pada penelitian ini menggunakan benda uji berbentuk balok dengan ukuran $10 \times 10 \times 55 \text{ cm}$ dengan jumlah 3 benda uji tiap satu jenis sampel. Jumlah sampel tersebut dipakai berdasarkan peraturan SNI 03-2823-1992 (2.1), dimana jumlah benda uji yang dipakai minimal 3 buah. Kuat lentur dapat dihitung dengan Persamaan 1-2.

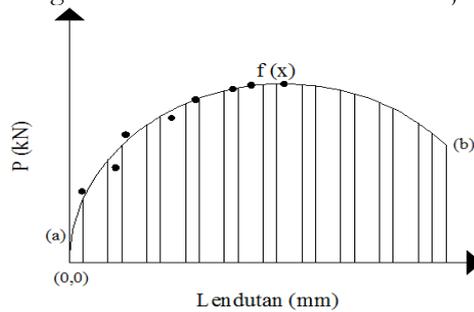
$$\sigma_f = \frac{M_x \cdot xY}{I} \dots\dots\dots [1]$$

$$I = \frac{1}{12} b x h^3 \dots\dots\dots [2]$$

Dimana : σ_f = Kuat Lentur (MPa)
 M_x = Momen Lentur (Nmm)
 Y = Jarak ke sumbu netral (mm)
 I = Momen Inersia (mm⁴)

Toughness

Keuletan (*Toughness*) adalah sifat dari suatu bahan yang menyerap energi pada tegangan yang tinggi tanpa patah, yang biasanya di atas batas elastis. Toughness suatu penampang dari elemen balok adalah energi yang dapat diserap dan dihitung dari luas dibawah diagram beban lendutan dari sebuah uji lentur seperti pada Gambar 1.



Gambar 1 Hubungan antara P (kN) dengan Lendutan (mm)

Nilai *toughness* didapat dari Hitunganluas daerah dibawah grafik hubungan antara beban P (kN) dengan lendutan (mm). Luas daerah yang dimaksudkan adalah luas daerah yang diarsir (Wahyono, 1996).

Data yang diperoleh dari hasil percobaan diplotkan pada grafik dan dicari regresinya. Hasil dan regresi tersebut merupakan persamaan grafik dan diberi lambang f(x). Dari grafik f(x) tersebut bisa diperoleh luas daerah yang merupakan nilai dari *index of toughness*. Luas daerah yang dimaksudkan merupakan luas daerah dibawah grafik f(x) yang dibatasi oleh a dan b. Nilai a mempunyai koordinat (0,0) yang merupakan koordinat awal pengujian, saat benda uji belum dibebani dan defleksi belum terjadi. Untuk nilai b sendiri merupakan besar defleksi yang terjadi pada saat terjadi retakan. Cara Hitungantersebut sesuai dengan Persamaan 3.

Toughness : $\int_a^b f(x) dx \dots\dots\dots [3]$

dengan :

- f(x) = hasil regresi dari persamaan grafik beban-lendutan
- a = lendutan belum terjadi = 0 mm
- b = lendutan maksimum sebelum balok beton patah atau retak

Stiffness

Kekakuan (*Stiffness*) adalah sifat yang didasarkan pada sejauh mana bahan mampu menahan perubahan bentuk. Ukuran kekakuan suatu bahan adalah modulus elastisitasnya, yang diperoleh dengan membagi tegangan satuan dengan perubahan bentuk satuan-satuan yang disebabkan oleh tegangan tersebut (Wahyono, 1996). *Stiffness* balok beton didefinisikan sebagai hasil bagi antara beban dan lendutan dari uji lentur seperti pada Persamaan 4.

$$K = P / \delta \dots\dots\dots [4]$$

Dimana : K = stiffness

P = beban

δ = lendutan

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental laboratorium yaitu dengan membuat beton ringan foam tanpa agregat kasar dengan menambahkan kadar serat sebanyak 0%, 0,25%, 0,5% dan 1% dari volume beton dan foam. Benda uji berbentuk persegi panjang dengan panjang 55 cm, lebar 10 cm dan tinggi 10

cm sebanyak 3 buah tiap variasi (SNI 03-2823-1992). Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta

Tahapan dan Prosedur Penelitian

Tahapan-tahapan dalam penelitian ini meliputi :

Tahapan I : Persiapan

Disebut tahapan persiapan. Pada tahapan ini seluruh bahan dan peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian dipersiapkan terlebih dahulu agar penelitian dapat mudah dikerjakan dan berjalan dengan lancar.

Tahapan II : Pengujian Bahan

Disebut tahapan uji bahan. Pada tahapan ini dilakukan penelitian terhadap agregat halus. Hal ini dilakukan untuk mengetahui sifat dan karakteristik bahan tersebut.

Tahapan III : Pembuatan Benda Uji

Disebut tahapan pembuatan benda uji. Pada tahapan ini dilakukan pekerjaan sebagai berikut :

- Hitungan rencana campuran adukan beton ringan.
- Pembuatan adukan beton ringan.
- Pembuatan benda uji.

Tahapan IV : Perawatan Benda Uji

Pada tahapan ini dilakukan perawatan terhadap benda uji yang telah dibuat pada tahap III. Perawatan beton umur 28 hari dilakukan dengan cara membasahi menggunakan karung goni dan disiram dengan air benda uji tersebut secara rutin pada hari kedua selama 14 hari, kemudian beton ringan diangin-anginkan selama 14 hari atau sampai benda uji berumur 28 hari, pengujian beton ringan pada umur ke-28 hari untuk uji berat jenis, kuat tekan, dan kuat tarik belah, dan modulus elastisitas.

Tahapan V : Pengujian Benda Uji

Pengujian berat jenis dan kuat lentur dilakukan pada benda uji persegi panjang dengan panjang 55 cm, lebar 10 cm dan tinggi 10 cm setelah beton berumur 28 hari.

Tahapan VI : Analisis Data

Disebut tahapan analisis data. Pada tahap ini, data yang diperoleh dari hasil pengujian dianalisa untuk mendapatkan suatu kesimpulan hubungan antara variable-variabel yang diteliti dalam penelitian.

Tahapan VII : Kesimpulan

Disebut tahapan pengambilan keputusan. Pada tahap ini, data yang telah dianalisis dibuat suatu kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Agregat Halus

Pengujian terhadap agregat halus yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pengujian kadar lumpur, kandungan zat organik, *specific gravity*, gradasi agregat dan berat jenis. Rekapitulasi hasil-hasil pengujian tersebut disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Agregat Halus

Jenis Kandungan	Hasil Pengujian	Standar	Kesimpulan
Kandungan zat organik	5%	0-10%	Memenuhi syarat
Kandungan lumpur	2%	Maks 5%	Memenuhi syarat
Bulk specific gravity	2,52 gr/cm ³	-	-
Bulk spesific SSD	2,53 gr/cm ³	2,5 - 2,7	Memenuhi syarat
Apparent spesific gravity	2,56 gr/cm ³	-	-
Absorbtion	0,60%	-	-

Pada Tabel 1. menunjukkan hasil pengujian agregat halus yang akan digunakan dalam penelitian ini, dari hasil pengujian awal didapat kesimpulan bahwa agregat halus yang akan dipakai memenuhi persyaratan SK SNI T-15-1991-03 dapat dipergunakan sebagai salah satu bahan pembuat beton.

Hasil Hitungan Rancang Campuran Adukan Beton

Hitungan rancang campuran adukan beton dilakukan dengan metode *trial error*. dari Hitungan tersebut didapat kebutuhan bahan per 1 m³ yaitu :

- a. Agregat Halus = 1150 kg
- b. Semen = 575 kg
- c. Air Campuran Adukan = 201,25 liter
- d. Air Campuran Specta Foam = 12 liter
- e. Specta Foam = 0,3 kg
- f. Harder Mill (HDM) = 1 kg
- g. Polymer = 1 kg

Hasil Pengujian dan Pembahasan Berat Jenis

Berat jenis didapat dari berat sampel beton (W) dibagi volume beton (V). Pengujian Berat Jenis disajikan seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Berat Jenis Rata-Rata

No	Kadar Serat	Berat Jenis Rata-Rata	Perubahan
1	0%	1997 kg/m ³	0
2	0,25%	1979 kg/m ³	5,21 %
3	0,5%	1977 kg/m ³	5,31 %
4	1%	1894 kg/m ³	5,98 %

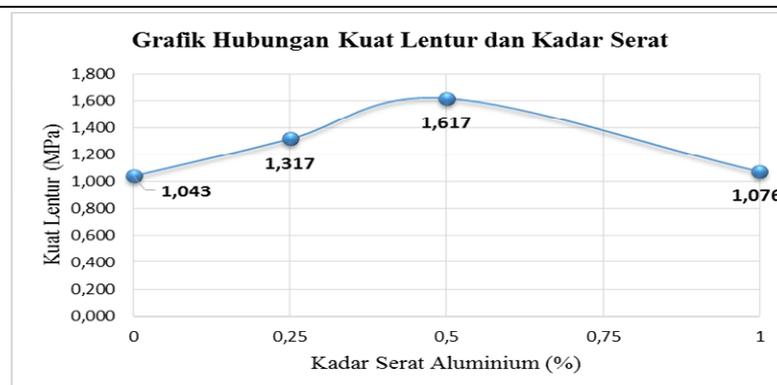
Pada Tabel 2. menunjukkan hasil penelitian didapat berat jenis beton ringan foam berserat aluminium dengan prosentase penambahan serat 0,25%; 0,5%; dan 1% berturut-turut adalah 1979 kg/m³, 1977 kg/m³, 1874 kg/m³.

Hasil Pengujian Kuat Lentur

Pengujian kuat lentur terhadap benda uji balok dengan ukuran 10cm x 10cm x 55mm dilakukan pada umur 28 hari. Pengujian Kuat Lentur di sajikan seperti pada Tabel 3 dan Gambar 2.

Tabel 3. Tabel Hasil Pengujian Kuat Lentur

Kode	Panjang (mm)	Berat Jenis (gr/mm)	Gaya (N)	Gaya Rata-rata (N)	Momen Lentur (Nmm)	Kapasitas Lentur (MPa)
KL 1-0	450	1997,57	2250	2250	173801,16	1,04
KL 2-0			2050			
KL 3-0			2400			
KL 1-0,25	450	1979,39	2750	2866,67	219453,64	1,32
KL 2-0,25			3000			
KL 3-0,25			2850			
KL 2-0,5	450	1977,58	3750	3533,33	269449,55	1,62
KL 2-0,5			3550			
KL 3-0,5			2250			
KL 1-1	450	1893,94	2550	2333,33	179261,36	1,08
KL 2-1			2200			
KL 3-1			2250			



Gambar 2. Grafik Hasil Pengujian Kuat lentur Beton

Dari Gambar 3. dan Tabel 2. diatas dapat diketahui seberapa besar tpengaruh variasi penambahan serat terhadap kuat lentur beton. Pada penambahan serat sebesar 0,50% terjadi peningkatan kuat lentur sebesar 55,004%, hal tersebut terjadi karena saling mengikatnya serat satu dengan yang lain saat dilakukan pembebanan, sehingga balok

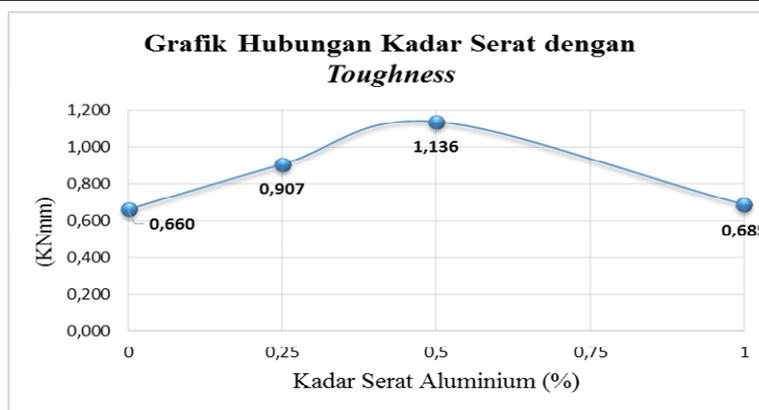
dapat menerima lendutan lebih besar dari balok normal, dan juga merupakan peningkatan yang paling optimum pada percobaan ini, karena dengan tambahan serat 0,50% dapat menahan tegangan tarik lebih besar dibandingkan kadar serat yang lain. Hal ini berlainan dengan penambahan serat 0,25% dan 1% karena pada kondisi ini volume serat sudah melebihi batas maksimum untuk menahan tegangan tarik, volume serat yang berlebihan akan mengganggu proses pematangan, sehingga kemampuan balok akan berkurang yang mengakibatkan kekuatan balok melemah.

Hasil Pengujian *Toughness*

Pengujian ini menggunakan benda uji balok tanpa tulangan dengan ukuran 10 cm x 10 cm x 55 cm, dua beban terpusat pada jarak 15 cm dari masing-masing tumpuan yang dilakukan pada benda uji beton umur 28 hari. Pengujian *Toughness* di sajikan pada Tabel 4 dan Gambar 3.

Tabel 4. Hasil Pengujian *Toughness*

Sampel	Persamaan	Defleksi Max (mm)	Toughness (kNmm)	Toughness Rata-rata (kNmm)
0% - 1	$Y = -7448,7x^2 + 7776,6x + 182,59$	0,49	0,731	0,660
0% - 2	$Y = -5693x^2 + 7123,9x + 127,75$	0,46	0,628	
0% - 3	$Y = -10913x^2 + 10040x - 42,133$	0,43	0,621	
0,25% - 1	$Y = -7194,7x^2 + 8742x + 139,54$	0,49	0,835	0,907
0,25% - 2	$Y = -14325x^2 + 12891x + 82,811$	0,46	0,937	
0,25% - 3	$Y = -8138,7x^2 + 9397,4x + 172,11$	0,51	0,950	
0,5% - 1	$Y = -18767x^2 + 16563x + 57,999$	0,46	1,170	1,136
0,5% - 2	$Y = -12886x^2 + 12889x + 265,12$	0,47	1,102	
0,5% - 3	$Y = -5725,2x^2 + 8803,5x + 223,57$	0,55	1,136	
1% - 1	$Y = -19479x^2 + 14062x - 2,0678$	0,40	0,71	0,685
1% - 2	$Y = -16363x^2 + 11597x + 135,39$	0,41	0,654	
1% - 3	$Y = -27889x^2 + 16233x + 80,554$	0,38	0,692	



Gambar 3. Grafik Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Dari Tabel 4 Gambar 3 grafik diatas dapat diketahui seberapa besar pengaruh variasi penambahan serat terhadap peningkatan nilai *Toughness*. Peningkatan nilai *toughness* pada kadar 0,50% mengalami peningkatan paling besar yakni 72,12% sedangkan untuk kadar serat 0,25% mengalami peningkatan nilai *toughness* sebesar 37,42% dan sebaliknya pada kadar serat 1% mengalami peningkatan sebesar 3,78% dibandingkan dengan beton ringan biasa. Terjadinya peningkatan nilai *toughness* yang signifikan pada variasi penambahan serat disebabkan penyerapan energi secara merata oleh serat tersebut ke seluruh elemen balok dimana serat-serat yang melintang dapat menghambat retakan yang terjadi akibat pembebanan, hal ini dapat dilihat secara visual pada retakan setelah balok di uji. Hal ini berlainan dengan penambahan serat sebesar 1%, karena pada kondisi ini volume serat sudah melebihi batas maksimum untuk menahan tegangan tarik, volume serat yang berlebihan sehingga kecacakan berkurang, dan kemampuan balok akan berkurang yang mengakibatkan kekuatan balok melemah dibandingkan dibandingkan dengan beton ringan biasa

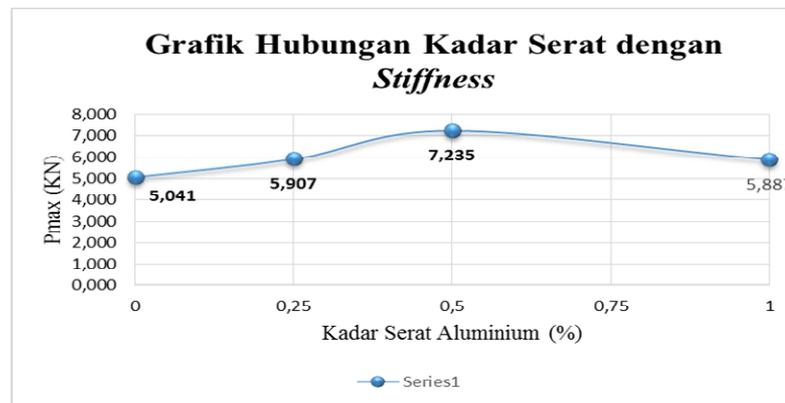
Hasil Pengujian *Stiffness*

Pengujian ini menggunakan benda uji balok tanpa tulangan dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 55 cm dengan panjang efektif yang digunakan 45 cm. Dua beban terpusat pada jarak 15 cm dari masing-masing tumpuan

dibebankan pada benda uji beton yang berumur 28 hari. Pengujian *Stiffness* di sajikan seperti pada Tabel 5 dan Gambar 4.

Tabel 5. Hasil Pengujian *Stiffness*

Sampel	Pmax (kN)	δ_{max} (mm)	Stiffness (kN/mm)	Stiffness Rata-rata (kN/mm)
0%-1	2,25	0,45	5	5,041
0%-2	2,25	0,46	4,89	
0%-3	2,25	0,43	5,23	
0,25%-1	2,75	0,49	5,61	5,91
0,25%-2	3	0,46	6,52	
0,25%-3	2,85	0,51	5,59	
0,5%-1	3,75	0,46	8,15	7,23
0,5%-2	3,55	0,47	7,55	
0,5%-3	3,3	0,55	6,00	
1%-1	2,55	0,40	6,37	5,89
1%-2	2,2	0,41	5,37	
1%-3	2,25	0,38	5,92	



Gambar 4. Grafik Hubungan Prosentase Serat dengan Stiffness

Dari hasil penelitian didapat nilai *stiffness* beton foam dengan persentase penambahan serat metal sebesar 0%; 0,25%; 0,5%; 1% yang diuji pada umur 28 hari rerata maksimum pada penambahan 0,5%. Untuk kadar 0,25% terjadi kenaikan sebesar 17,18%. Untuk kadar serat aluminium 0,5% terjadi kenaikan sebesar 43,52%. Dan untuk kadar serat 1% terjadi kenaikan sebesar 16,67%. *Stiffness* beton merupakan suatu ukuran nilai yang menunjukkan beban maksimum yang diberikan dibagi dengan defleksi maksimum.

SIMPULAN

Dari apa yang diperoleh selama penelitian, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut ini:

- a. Berat isi dari hasil pengujian adalah 1800 kg/m^3 - 2000 kg/m^3 , masih termasuk beton ringan.
- b. Nilai kuat lentur rata-rata beton ringan foam berserat aluminium, dengan kadar serat 0%, 0,25%, 0,5%, 1% yang diuji pada umur 28 hari berturut-turut adalah 1,04 MPa; 1,32 MPa; 1,62 MPa dan 1,08 MPa, dengan peningkatan 26,24%; 55%; 3,16% dari kuat lentur beton ringan foam tanpa serat. Kuat lentur maksimum pada penambahan serat aluminium sebesar 0,5%, menghasilkan kuat tekan 1,62 MPa terjadi peningkatan 55% dari beton ringan foam tanpa serat.
- c. Nilai *toughness* rata-rata beton ringan foam berserat aluminium, dengan kadar serat 0%, 0,25%, 0,5%, 1% yang diuji pada umur 28 hari berturut-turut adalah 0,66 kNmm; 0,91 kNmm; 1,14 kNmm dan 0,69 kNmm, dengan peningkatan 37,42%; 72,12%; 3,79% dari nilai *toughness* beton ringan foam tanpa serat. Nilai *Toughness* maksimum pada penambahan serat aluminium sebesar 0,5%, menghasilkan nilai 1,14 kNmm terjadi peningkatan 72,12 % dari beton ringan foam tanpa serat.
- d. Nilai *stiffness* rata-rata dengan persentase penambahan serat aluminium sebesar 0%, 0,25%, 0,5%, 1% adalah 5,04 kN/mm; 5,91 kN/mm; 7,24 kN/mm dan 5,89 kN/mm, dengan peningkatan 17,18%; 43,52%; 16,78%, dari nilai *stiffness* beton foam tanpa serat. Nilai *stiffness* maksimum pada beton ringan foam dengan kadar penambahan serat aluminium sebesar 0,5%, menghasilkan nilai *stiffness* sebesar 7,24 kN/mm terjadi peningkatan 43,52% dibandingkan dengan beton ringan foam tanpa serat.
- e. Dengan demikian dari pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pada penambahan serat aluminium variasi 0,5% , beton ringan foam berserat mengalami peningkatan, baik kuat lentur, nilai *toughness* maupun nilai *stiffness*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kepada Purnawan Gunawan, S.T, M.T. dan Agus Setiya Budi, S.T, M.T. yang telah membimbing, memberi arahan dan masukan dalam penelitian ini, serta tidak lupa terima kasih kepada Hibah BPOPTN 2013 yang telah mendanai penelitian ini.

REFERENSI

- SK SNI 03-3402-1994 “ Pengertian Beton Ringan “.
- Tjokrodimulyo, K. 1996. *Teknologi Beton*, Nafitri. Yogyakarta.
- Neville, A.M. 1975. *Properties of Concrete*. London: The English Language Book Society and Pitman Publishing
- Husin, A dan Setiadji, R. 2008. *Pengaruh Penambahan Foam Agent Terhadap Kualitas Bata Beton*. Pusat Litbang Permukiman. Bandung.
- SK SNI T-15-1991-03 “ Persyaratan Penggunaan Agregat Untuk Konstruksi “.
- SK SNI 03-2847-2002 “ Persyaratan Penggunaan Air Untuk Konstruksi ”
- SNI 03-2823-1992 “Metode Pengujian Kuat Lentur Beton”
- Wahyono 1996. *Teknologi Beton Ringan* . Yogyakarta