

# PENGARUH PENAMBAHAN SERAT ALUMINIUM PADA BETON RINGAN DENGAN TEKNOLOGI FOAM TERHADAP KUAT TEKAN, KUAT TARIK DAN MODULUS ELASTISITAS

Purnawan Gunawan<sup>1)</sup>, Wibowo<sup>2)</sup>, Dwi Mardiyanto<sup>3)</sup>

<sup>3)</sup> Mahasiswa Fakultas Teknik, Jurusan teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

<sup>1),2)</sup> Pengajar Fakultas Teknik, Jurusan teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta,

Jln. Ir. Sutami No. 36A Surakarta 57126. Telp. (0271) 647069 Psw. 120,121, (0271) 7060392. Fax. (0271) 634524

email : dwiyanto\_karya@yahoo.com

## Abstract

*Lightweight concrete foam technology obtained by adding foam agent (liquid foam) into the concrete mix. Foam agent precursor materials can be natural or artificial materials in order to reduce the weight of concrete. Tensile strength, compressive strength, and modulus of elasticity of lightweight concrete is lower than normal concrete. Strength of lightweight foam concrete has a compressive strength of between 1 MPa to 15 MPa. Solutions to improve the tensile strength, compressive strength, modulus of elasticity and brittle properties owned lightweight concrete by adding fibers aluminium. The purpose of this study to determine the extent of the effect of adding aluminium to fiber density, compressive strength, tensile strength, and modulus of elasticity of lightweight foam concrete fiber aluminium. Value of the average compressive strength of the lightweight foam concrete without fiber at 12.63 MPa, while the lightweight foam concrete fiber percentage of aluminium with 0.25%, 0.5% and 1% respectively of 15.59 MPa; 19.19 MPa, and 16.63 MPa. Percentage change in the compressive strength is greatest in the addition of 0.5% fiber content of 51.90% compared with no addition of aluminium fibers. Split tensile strength values mean the lightweight foam concrete without fiber at 1.94 MPa, while the lightweight foam concrete fiber percentage of aluminium with 0.25%, 0.5% and 1% respectively of 2.56 MPa; 3.60 MPa; da 3.16 MPa. Percentage change in the value of the tensile strength of the biggest sides in the addition of 0.5% fiber content of 85.57% compared with no addition of aluminium fibers. Modulus of elasticity of lightweight concrete median percentage of fiber fibrous aluminium with 0%, 0.25%, 0.5%, and 1% respectively - also is 13759 MPa; 15032 MPa; 16384 MPa, and 15291 MPa. Percentage change in the value of the modulus of elasticity of the biggest in the addition of 0.5% fiber content of 19.08% compared with no addition of aluminium fibers. While the calculation of lightweight fibrous concrete with a simple mixture rule formula row is 17417 MPa; 18963 and 17908 MPa.*

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

## Abstrak

Beton ringan dengan teknologi foam diperoleh dengan menambahkan foam agent (cairan busa) kedalam campuran beton. Bahan pembentuk foam agent dapat berupa bahan alami ataupun bahan buatan dengan tujuan untuk mengurangi berat jenis beton. Pemambahan foam agent bertujuan untuk mengurangi berat jenis beton. Kuat tarik, kuat tekan, dan modulus elastisitas beton ringan lebih rendah dibanding beton normal. Kekuatan beton ringan foam ini mempunyai kekuatan tekan antara 1 MPa sampai 15 MPa. Solusi untuk meningkatkan kuat tarik, kuat tekan, modulus elastisitas dan sifat getas yang dimiliki beton ringan yaitu dengan menambahkan serat aluminium. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penambahan serat aluminium terhadap berat jenis, kuat tekan, kuat tarik, dan modulus elastisitas beton ringan foam berserat aluminium. Nilai kuat tekan rata-rata pada beton ringan foam tanpa serat sebesar 12,63 MPa, sedangkan pada beton ringan foam berserat aluminium dengan persentase serat 0,25%; 0,5%; dan 1% secara berurutan sebesar 15,59 MPa; 19,19 MPa; dan 16,63 MPa. Prosentase perubahan nilai kuat tekan terbesar yaitu pada penambahan kadar serat 0,5% sebesar 51,90% dibanding tanpa penambahan serat aluminium. Nilai kuat tarik belah rata-rata pada beton ringan foam tanpa serat sebesar 1,94 MPa, sedangkan pada beton ringan foam berserat aluminium dengan persentase serat 0,25%; 0,5%; dan 1% secara berurutan sebesar 2,56 MPa; 3,60 MPa; dan 3,16 MPa. Prosentase perubahan nilai kuat tarik belah terbesar yaitu pada penambahan kadar serat 0,5% sebesar 85,57% dibanding tanpa penambahan serat aluminium. Nilai modulus elastisitas rata-rata beton ringan berserat aluminium dengan persentase serat 0%, 0,25%, 0,5%, dan 1% secara berturut - turut adalah 13759 MPa; 15032 MPa; 16384 MPa; dan 16384 MPa. Prosentase perubahan nilai modulus elastisitas terbesar yaitu pada penambahan kadar serat 0,5% sebesar 19,08% dibanding tanpa penambahan serat aluminium. Sedangkan hasil perhitungan beton ringan berserat dengan rumus simple mixture rule berturut-turut adalah 17417 MPa; 18963 MPa dan 17908 MPa.

**Kata kunci :** beton ringan, foam agent, serat aluminium, kuat tekan, kuat tarik, modulus elastisitas.

## PENDAHULUAN

Penggunaan beton banyak digunakan secara luas dalam dunia teknik sipil, khususnya sebuah konstruksi bangunan. Hal ini disebabkan karena beton mempunyai beberapa kelebihan, diantaranya harga yang relatif murah, memiliki kuat desak yang tinggi, bentuknya yang dapat disesuaikan dengan keinginan, ketahanan yang baik terhadap cuaca dan lingkungan sekitar. Dalam perancangan struktur berat jenis beton sangat diperhitungkan, karena berat jenis beton yang tinggi yaitu berkisar antara 2400 kg/m<sup>3</sup> akan sangat berpengaruh terhadap

pembebanan struktur. Untuk mengatasinya dibuat beton ringan dengan berat jenis yang lebih rendah yaitu berkisar antara 1800 kg/m<sup>3</sup> (Tjokrodimuljo, 1996).

Ada beberapa metode menurut untuk mengurangi berat sendiri di beton ringan. Pertama, mengganti komponen agregat kasar dengan agregat kasar ringan (batu vulkanik/ batu apung/pumice, agregat organik (palm oil shell), agregat sintetik (perlite, vermiculite, clay, shale, slate). Kedua, mengkombinasikan metode pertama dan meniadakan agregat halus yang sering disebut dengan beton non pasir (nofines concrete). Metode ketiga adalah meniadakan agregat kasar dan memasukkan rongga udara (stable foam) di dalam beton (Tjokrodimuljo, 1996). Pembuatan rongga udara di dalam beton menggunakan foaming agent disebut sebagai lightweight foamed concrete (LFC). Kekuatan LFC dirasa cukup kecil, apalagi kuat tarik betonnya akan jauh lebih kecil lagi. Kelebihan yang menonjol dari LFC adalah selain dari berat sendiri yang ringan dan kekuatan beton ini mempunyai kekuatan tekan antara 1 MPa sampai 15 MPa (Husin, dan Setiaji, 2008). Hal ini menjadi problem yang menarik bagi peneliti untuk memperbaiki atau menambah kuat tekan dan tarik beton, sehingga dapat mencapai kekuatan material struktur yang sama dengan 17,5 MPa. Untuk itu ada beberapa solusi untuk meningkatkan atau memperkuat beton dengan menambah serat pada beton.

Dalam penelitian ini, beton ringan foam yang akan dibuat, akan ditambah dengan serat aluminium. Beton ringan foam berserat atau *lightweight foamed fiber concrete* (LFFC) adalah bagian komposit yang terdiri dari beton ringan foam dan bahan lain berupa serat aluminium. Serat aluminium berupa lembaran dengan tebal 1 mm dan panjang sekitar 19 mm. Penambahan serat dalam beton ringan foam akan membentuk suatu komposit antara beton dengan serat, dimana kedua beton tersebut memiliki karakteristik yang berbeda-beda baik sifat fisik maupun mekaniknya, termasuk elastisitasnya.

Penelitian ini akan mengkaji berat jenis, kuat tarik belah, Modulus elastisitas dan kuat tekan beton ringan foam berserat setelah diberi bahan tambah foam agent dan serata aluminium. Dari penelitian ini diharapkan diperoleh beton ringan foam berserat mampu menahan gaya tarik dan tekan yang lebih tinggi, yang pada akhirnya beton ringan foam berserat hasil penelitian ini dapat mencapai kuat tekan 17,5 MPa yang dapat digunakan sebagai bahan struktur.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Tinjauan Pustaka**

Beton ringan merupakan beton dengan berat kurang dari 1800 kg/m<sup>3</sup>, kuat tekannya lebih kecil dibanding beton normal dan kurang dapat menghantarkan panas. Pembuatan beton ringan biasanya dibuat dengan cara pemberian gelembung udara kedalam campuran betonnya, dengan menggunakan agregat ringan, misalnya tanah liat bakar, batu apung dan sebagainya (Tjokrodimuljo, K. 1996).

Beton ringan adalah beton yang berat isinya maksimum 1900 kg/m<sup>3</sup> (SNI 03-3402-1994).

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. Jika serat yang dipakai mempunyai modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada beton, maka beton serat akan mempunyai kuat tekan, kuat tarik, maupun modulus elastisitas yang sedikit lebih tinggi daripada beton biasa (Tjokrodimuljo, 1996).

Beton serat didefinisikan sebagai beton yang dibuat dari campuran semen, agregat, air dan sejumlah serat yang disebar secara random. Prinsip penambahan serat adalah memberi tulangan pada beton yang disebar merata ke dalam adukan beton dengan orientasi random untuk mencegah terjadinya retakan-retakan beton yang terlalu dini di daerah tarik akibat panas hidrasi maupun akibat pembebanan (Soroushian dan Bayasi, 1987).

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

### **Material Pembentuk Beton**

#### **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. Bahan dasar pembentuk semen portland terdiri dari kapur, silika, alumina dan oksida besi (Tjokrodinuljo, 1996)

### **Agregat**

Agregat halus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras. Butir-butiran agregat halus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca, seperti terik matahari atau hujan. Dalam pemilihan agregat halus harus benar-benar memenuhi persyaratan yang telah ditentukan. Karena sangat menentukan dalam hal kemudahan pekerjaan (Workability), kekuatan (Strength), dan tingkat keawetan (Durability) dari beton yang dihasilkan (ASTM C 33-74a). Agregat halus adalah pasir sebagai hasil desintegrasi alami buatan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai butiran yang lebih kecil dari 4,75 mm (SK.SNI T-15-1991).

### **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. Air Tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam-garam, dan bahan-bahan kimia (asam alkali), bahan organik yang dapat merusak beton atau baja tulangan, Sebaiknya dipakai air bersih yang dapat diminum, Air yang dapat dipakai sebaiknya diuji dulu sehingga dapat diketahui jenis dan kadar mineral yang terkandung didalamnya (SNI 03-2847, 2002).

### **Foam Agent**

*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 (Husin, dan Setiaji, 2008). Dengan membuat gelembung-gelembung/udara dalam adukan semen, dengan demikian akan terjadi banyak pori-pori udara di dalam betonnya.

### **Serat Aluminium**

Jenis serat yang paling populer dipakai di luar negeri adalah serat baja (steel fiber), yang memiliki tebal sekitar 1 mm dan panjang sekitar 19 mm (ACI Committee 544, 1996). Karakteristik serat aluminium yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai ukuran panjang 19 mm lebar 1 mm, berat jenis aluminium sekitar 2120 kg/m<sup>3</sup>, dengan tegangan maksimum 100 MPa (Mediyanto, dan Safitri, 2009).

## **Pengujian Beton Serat**

### **Modulus Elastisitas**

Modulus elastisitas yang besar menunjukkan kemampuan beton menahan beban yang besar dengan kondisi regangan yang terjadi kecil. Untuk beton normal biasanya memiliki modulus elastisitas antara 25 KN/mm<sup>2</sup>- 36 KN/mm<sup>2</sup>. Menurut Neville (1975) menyatakan bahwa modulus elastisitas beton dipengaruhi oleh modulus elastisitas agregat dan perbandingan volume dari agregat didalam beton. Menurut Murdock dan Brook (1999), modulus elastisitas yang sebenarnya atau modulus pada suatu waktu tertentu dari hasil eksperimen dilaboratorium dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 1, 2 dan 3.

$$\text{Modulus elastisitas (E)} = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (1)$$

Dengan :

$$\text{Tegangan } (\sigma) = \frac{P}{A} \quad (2)$$

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

Dengan :

P = beban yang diberikan (ton)

A = luas tampang melintang ( mm<sup>2</sup>)

$\Delta L$  = perubahan panjang akibat beban P (mm)

L = panjang semula (mm)

Dalam analisa ini modulus elastis beton ringan berserat sengk akan dievaluasi berdasarkan hasil eksperimen dilaboratorium dan analisis berdasarkan konsep material gabungan mengacu pada simple mixture rule (Soroushian, Lee dan Bayasi : 1987) yang mempunyai Persamaan 4.

$$E^c = (\eta_1 \times \eta_0 \times E^f \times V^f) + (\gamma \times E^m \times (1 - V^f)) \quad (4)$$

Dengan :

- $E^c$  = Modulus elastis komposit  
 $E^f$  = Modulus elastis serat  
 $\eta_1$  = Faktor panjang serat  
 $\eta_0$  = Faktor orientasi serat  
 $\gamma$  = Faktor efisiensi matrik beton  
 $V^f$  = Volume fraksi serat

### Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton ringan pada penelitian ini menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 7,5 cm dan tinggi 15 cm dengan jumlah 3 benda uji. Pengujian dilakukan pada silinder beton uji dengan menggunakan *Compression Testing Machine* untuk mengetahui besar gaya desak maksimum (saat beton mulai retak). Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui berapa besar kuat tekan beton ringan pada umur 28 hari. Pengujian dilakukan dengan memberikan beban/tekanan hingga benda uji runtuh (Tjokrodimulyo, 1996). Untuk mengetahui tegangan hancur dari benda uji tersebut dilakukan dengan persamaan 5 :

$$f'_c = \frac{P_{maks}}{A} \quad (5)$$

Dengan :

- $f'_c$  = Kuat Tekan benda uji (N/mm)  
 $P$  = beban yang diberikan (ton)  
 $A$  = luas tampang melintang (mm<sup>2</sup>)

### Kuat Tarik

Suatu perkiraan kasar nilai kuat tarik beton normal hanya berkisar antara 9%-15% dari kuat tekannya. Kuat tarik beton yang tepat sulit diukur (Dipohusodo, 1994). Pengujian menggunakan uji silinder berdiameter 7,5 cm dan tinggi 15 cm, diletakkan pada arah memanjang di atas alat penguji kemudian beban tekan diberikan merata arah tegak dari atas pada seluruh panjang silinder. Apabila kuat tarik terlampaui, benda uji terbelah menjadi dua bagian dari ujung ke ujung. Pengujian kuat tarik belah silinder beton ini menggunakan mesin desak (*Compression Testing Machine*) merk *Controls*, berkapasitas 2000 kN yang telah disediakan di Laboratorium Bahan Bangunan Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta. Benda uji yang digunakan sebanyak 3 buah. Gaya  $P$  bekerja pada kedua sisi silinder sepanjang  $L$  dan gaya ini disebarkan seluas selimut silinder ( $\pi \cdot D \cdot L$ ). secara berangsur-angsur pembebanan dinaikkan sehingga tercapai nilai maksimum dan silinder pecah terbelah oleh gaya tarik horizontal, seperti terlihat pada gambar 2.2. Dari pembebanan maksimum yang diberikan, kekuatan tarik belah dihitung berdasarkan Persamaan 6.

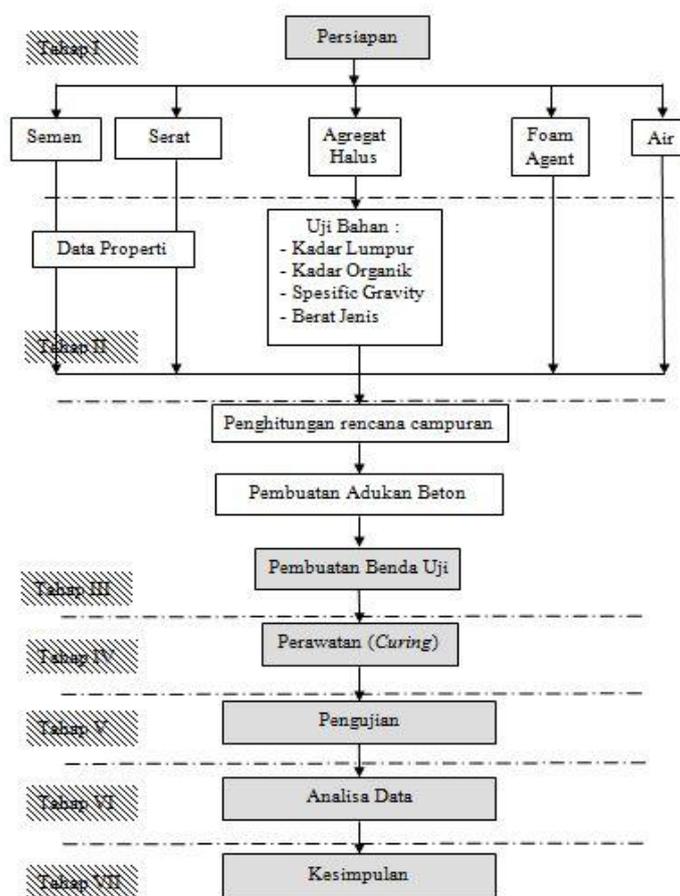
$$f_t = \frac{2P}{\pi \cdot L \cdot D} \quad (6)$$

Dengan :

- $f_t$  = kuat belah beton (N/mm<sup>2</sup>)  
 $P$  = beban maksimum yang diberikan (N)  
 $D$  = diameter silinder (mm)  
 $L_s$  = tinggi silinder (mm)

### METODELOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental yang dilakukan dilaboratorium bahan Universitas Sebelas Maret yaitu dengan membuat beton ringan foam tanpa agregat kasar dan menambahkan kadar serat aluminium sebanyak 0%, 0,25%, 0,5% dan 1% dari volume beton. Benda uji berbentuk silinder 7,5 cm tinggi 15 cm dan silinder diameter 15 cm tinggi 30 cm. Sebanyak 3 buah tiap variasi untuk pengujian berat jenis beton, modulus elastisitas, kuat tekan beton dan pengujian kuat tarik belah beton. Tahapan penelitian ini dapat dilihat secara skematis dalam bentuk bagan alir pada Gambar 1. sebagai berikut :



Gambar 1. Bagan alir tahap-tahap penelitian

## ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

### 1.1. Hasil Pemeriksaan Bahan

#### Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

No	Jenis Pemeriksaan	Satuan	Hasil	Spesifikasi*)
1	Kandungan zat organik	%	5	0-10
2	Kandungan lumpur	%	2	Maks 5
3	<i>Bulk specific gravity</i>	gr/cm <sup>3</sup>	2,52	-
4	<i>Bulk specific SSD</i>	gr/cm <sup>3</sup>	2,53	2,5-2,7
5	<i>Apparent specific gravity</i>	gr/cm <sup>3</sup>	2,56	-
6	<i>Absorbtion</i>	%	0,60	-

Sumber : \*) SNI 03 – 1969 – 1990 dan SNI 03 – 2417 – 1991

#### Hasil Pengujian dan Pembahasan Berat Jenis

##### Hasil Pengujian Berat Jenis Rerata Beton Ringan Foam Berserat Aluminium

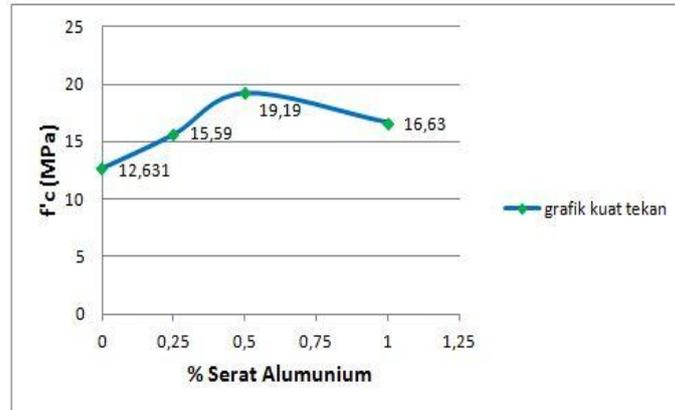
No	Kadar Serat	Berat Jenis Rerata (kg/m <sup>3</sup> )
1	0%	1751,46
2	0,25%	1830,85
3	0,50%	1834,83
4	1%	1837,94

Dari hasil pengujian diatas diperoleh berat jenis berkisar 1751,46 kg/m<sup>3</sup> sampai dengan 1837,94 kg/m<sup>3</sup>, sehingga beton tersebut termasuk beton ringan. Menurut SNI menyatakan bahwa beton ringan adalah beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat satuan dengan kepadatan 1900 kg/m<sup>3</sup>.

## Hasil Pengujian dan Pembahasan Kuat Tekan

### Hasil Pengujian Kuat Tekan Rerata Beton Ringan Foam Berserat Aluminium Rata-Rata

No	Kadar Serat	f'c Rerata (MPa)	Perubahan Kuat Tekan (%)
1	0%	12,63	0
2	0,25%	15,59	23,42
3	0,50%	19,19	51,90
4	1%	16,63	31,65



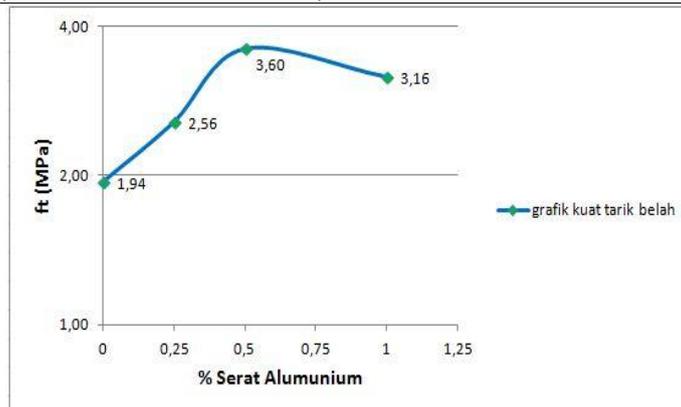
Gambar 2. Grafik Kuat Tekan Rerata

Berdasarkan hasil penelitian didapat kuat tekan maksimum adalah pada beton ringan foam dengan kadar penambahan serat sebesar 0,5%, menghasilkan kuat tekan sebesar 19,19 MPa atau terjadi kenaikan kuat tekan sebesar 51,90% dibandingkan dengan beton ringan foam tanpa serat. Peningkatan kuat tekan tersebut antara lain disebabkan karena adanya kontribusi dari serat terhadap volume adukan beton yang semakin padat. Serat yang ditambahkan masih dapat menyebar secara random dimana serat seolah-olah berfungsi sebagai tulangan.

## Hasil Pengujian dan Pembahasan Kuat Tarik Belah

### Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Rerata Beton Ringan Foam Berserat Aluminium Rata-Rata

No	Kadar Serat	ft Rerata (MPa)	Perubahan Kuat Tarik Belah (%)
1	0%	1,94	0
2	0,25%	2,56	31,96
3	0,50%	3,60	85,57
4	1%	3,16	62,89



Gambar 3. Grafik Kuat Tarik Belah Rerata

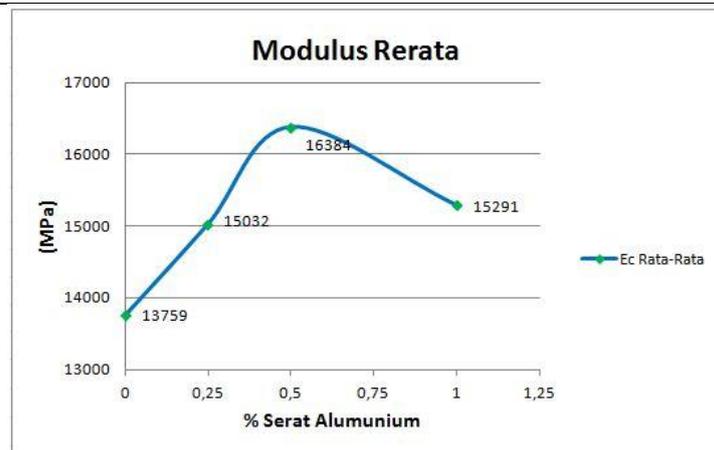
Kuat tarik belah maksimum adalah pada beton ringan foam berserat aluminium dengan kadar penambahan serat sebesar 0,5%, menghasilkan kuat tekan sebesar 3,60 MPa atau terjadi kenaikan kuat tekan sebesar 85,57% dibandingkan dengan beton ringan foam tanpa serat. Peningkatan ini terjadi karena adanya penambahan serat aluminium menghasilkan aksi komposit yang lebih baik yaitu tegangan lekat (bond strength) yang lebih besar. Mekanisme kerja yang diharapkan yaitu tegangan kerja yang terjadi pada beton akan ditahan oleh rekatan antara serat dengan massanya.

### Hasil Pengujian dan Pembahasan Modulus Elastisitas Beton

Grafik tegangan-regangan diperoleh dengan memplotkan data-data gaya setiap kenaikan 20 KN beban aksial dengan regangan aksial yang terjadi pada setiap benda uji. Dengan analisis regresi linier untuk batas elastis pada program Microsoft excel, didapatkan grafik tegangan-regangan dan persamaan regresi linier.

### Hasil Perhitungan Modulus Elastisitas Rerata Beton Ringan Foam Berserat Aluminium

No	Kadar Serat	EC Rerata (MPa)	Perubahan Modulus Elastisitas (%)
1	0%	13759	0
2	0,25%	15032	9,25
3	0,50%	16384	19,08
4	1%	15291	11,14



Gambar 4. Grafik Modulus Elastisitas Rerata

Modulus elastisitas maksimum adalah pada beton ringan foam berserat aluminium dengan kadar penambahan serat sebesar 0,5%. Penambahan kadar serat sebesar 0,5% menghasilkan nilai modulus elastisitas sebesar 16384 MPa atau naik 19,08% dibandingkan dengan beton ringan foam tanpa serat. Besarnya nilai modulus elastisitas akan sebanding dengan kuat tekan yang dihasilkan, semakin besar nilai kuat tekannya maka nilai modulus elastisitas akan besar pula dan faktor-faktor yang mempengaruhi modulus elastisitas sama seperti halnya yang terjadi pada kuat tekannya.

### Hasil Pengujian dan Pembahasan Modulus Elastisitas Dengan Rumus *Simple Mixture Rule*

No	Kadar Serat	EC Rerata (MPa)	Rumus <i>Simple Mixture Rule</i> (MPa)
1	0,25%	15032	17417
2	0,50%	16384	18963
3	1%	15291	17908

Hasil perhitungan analisa data yang didapat untuk modulus elastisitas pada beton ringan berserat aluminium berturut-turut adalah 15032 MPa; 16384 MPa; dan 15291 MPa, sedangkan hasil perhitungan beton ringan berserat dengan rumus simple mixture rule berturut-turut adalah 17417 MPa; 18963 MPa; dan 17908 MPa. Hasil perhitungan keduanya tidak jauh berbeda. Hal tersebut menunjukkan bahwa konsep material gabungan yang mengacu simple mixture rule dimana sering digunakan untuk keseluruhan matriks ternyata dapat juga diterapkan untuk beton berserat.

### SIMPULAN

Dari hasil penelitian serta analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berat jenis dari hasil pengujian adalah 1800 kg/m<sup>3</sup> - 1900 kg/m<sup>3</sup>, masih termasuk beton ringan.
2. Nilai kuat tekan 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 12,63 MPa, 15,59 MPa, 19,19 MPa, 16,63 MPa, dengan peningkatan 23,42%; 51,90%; 31,65% dari kuat tekan beton ringan foam tanpa serat. Kuat tekan maksimum adalah pada penambahan serat aluminium sebesar 0,5%, menghasilkan kuat tekan 19.19 MPa terjadi peningkatan 51,91% dari beton ringan foam tanpa serat.
3. Nilai kuat tarik belah 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 1,94 MPa, 2,56 MPa, 3,60 MPa, 3,16 MPa, dengan peningkatan 31,96%; 85,57%; 62,89% dari kuat tekan beton ringan foam tanpa serat. Kuat tarik boleh

maksimum adalah pada penambahan serat aluminium sebesar 0,5%, menghasilkan kuat tarik belah 19.19 MPa terjadi peningkatan 51,91% dari beton ringan foam tanpa serat.

4. Nilai modulus elastisitas rata-rata dengan persentase penambahan serat aluminium sebesar 0%, 0,25%, 0,5%, 1% adalah 13759 MPa; 15032 MPa; 16384 Mpa; 15291 MPa, dengan peningkatan 9,25%; 19,08%; 11,14% dari nilai modulus elastisitas beton foam tanpa serat. Modulus elastisitas maksimum adalah pada beton ringan foam dengan kadar penambahan serat aluminium sebesar 0,5%, menghasilkan nilai modulus elastisitas sebesar 16384 MPa terjadi peningkatan 19,08% dibandingkan dengan beton ringan foam tanpa serat.
5. 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 tekan, kuat tarik belah maupun modulus elastisitasnya.
6. Hasil perhitungan yang mengacu simple mixture rule tidak jauh berbeda dengan hasil dari perhitungan modulus elastisitas. Hal tersebut menunjukkan bahwa konsep material gabungan yang mengacu simple mixture rule dimana sering digunakan untuk keseluruhan matriks ternyata dapat juga diterapkan untuk beton berserat.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terima Kasih Allah SWT' atas ke-Ridhoan-Nya Juga Teladan saya Rosulullah SAW. Orang tua dan Keluarga berkat doa. Rekan-rekan Teknik sipil. Rekan seperjuangan.

Terima kasih kepada Dosen Pembimbing, Dosen Penguji Skripsi yang atas arahan dan bimbingannya pula skripsi saya dapat terselesaikan

## REFERENSI

- ACI Committee 544. 1996. *Fiber Reinforced Concrete*. Michigan: ACI International Michigan.
- ASTM C 33-74a. American Society For Testing and Materials. 1918. *Concrete and Material Agregates (Including Manual of Agregates and Concrete Testing)*. Philadelphia: ASTM Philadelphia.
- Husin A, Setiadji R. 2008. *Pengaruh Penambahan Foam Agent Terhadap Kualitas Bata Beton*. Pusat Litbang Permukiman. Bandung.
- Dipohusodo, Istimawan. 1994. *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta: Gramedia.
- Mediyanto A, dan Safitri E. 2009. *Kajian Serap dan Penetrasi Air Laut Pada Beton Ringan Berserat Aluminium*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Murdock, L.J dan K.M Brook (Terjemahan : Stephanus Hendarko). 1999. *Bahan dan Praktek Beton*. Jakarta: Erlangga.
- Neville, A.M. 1975. *Properties of Concrete*. London: *The English Language Book Society and Pitman Publishing*.
- Soroushian, P. Lee, and Bayasi, Z. 1987, "*Concept of Fiber Reinforced Concrete*", Michigan State University, Michigan.
- Standar Nasional Indonesia (SNI), 2002 , "*Metode, Spesifikasi dan Tata Cara*", Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah (Kimpraswil), Badan Penelitian dan Pengembangan. Jakarta.
- Tjokrodimulyo, K. 1996. *Teknologi Beton*, Nafitri. Yogyakarta