

## PENGOPTIMALISASI CAMPURAN BETON RINGAN BERSERAT DENGAN BAHAN TAMBAH SERAT BAMBU DAN SILICA FUME

Fierdaus Andika Nur Fauzi<sup>1</sup>, Sarwidi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: [fierdausandika2822@gmail.com](mailto:fierdausandika2822@gmail.com)

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: [845110101@staf.uui.ac.id](mailto:845110101@staf.uui.ac.id)

**Abstract** *Developing knowledge about concrete technology are always increased, so that making more and more innovation and types of concrete are developed such as lightweight concrete. The lightweight concrete is concrete which a specific gravity lighter than concrete in general. The research on this case, focussed on the value of volume weight, compressive strength and tensile strength of the mix design variations made. In this research, lightweight concrete used by building materials which cover of water, sand, cement, silica fume, foam, and also bamboo fiber. The method of lightweight concrete referring to the Taguchi Method with determination of 5 ingredients and 3 variations. Such as water: 60% and 75%, sand: 60% and 75%, foam: 40% and 60%, silica fume: 10% and 15%, bamboo fiber: 1% and 2%. The tests carried out were tests of compressive strength, volume weight, and tensile strength. The result from this reseach, its known that the optimum compressive strength value of BRS 4 with an average compressive strength value of 16,985 MPa, minimum volume weight of BRS 6 with an average volume weight value of 1637,214 kg / m<sup>3</sup>, optimum tensile strength of BRS 4 with an average tensile strength value - mean 1,821 MPa. After used the Taguchi Method, the composition of the mixture for compressive strength and maximum tensile strength of Water: 60%, Sand: 75%, Foam: 40%, Silica fume: 15% and Bamboo fiber: 2%, and the other side the minimum volume weight of Water: 75%, Sand: 60%, Foam: 60%, Silica fume: 10%, and Bamboo fiber: 1%.*

**Keyword:** *Silicafume, Bamboo fiber*

### 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dalam bidang kontruksi menyebabkan adanya inovasi terutama pada pembuatan beton. Beton sebagai bahan kontruksi bangunan sipil, paling banyak digunakan. Hal ini di karenakan beton memiliki keunggulan dibandingkan dengan bahan-bahan kontruksi lainnya, diantaranya harga yang lebih murah, mudah dibentuk, kemampuan menahan gaya yang tinggi dan ketahanan yang baik terhadap perubahan cuaca. Pada pembuatan beton ringan bahan serat ditambahkan dalam campuran beton ringan untuk memberikan kekuatan terhadap tarik. Bahan tambah yang digunakan pada campuran berupa serat bambu yang digunakan untuk memberikan kuat tarik.

penelitian ini penulis akan menganalisis pengaruh penggunaan bahan serat bambu terhadap kemampuan beton ringan menahan gaya tekan, gaya tarik melalui proses pengujian kuat tekan dan kuat tarik beton. Penambahan serat bambu bertujuan untuk meningkatkan kuat tarik pada beton ringan. Penambahan *silica fume* bertujuan untuk meningkatkan kekuatan beton dan dapat mengurangi pori – pori yang terdapat pada beton. Diharapkan penambahan bahan – bahan tersebut mampu mengisi rongga dan menambah kekuatan pada beton dengan baik. Sehingga akan menghasilkan masa yang lebih padat dan menghasilkan kuat tekan, kuat tarik yang optimum dan berat jenis yang ringan.

## 2. STUDI PUSTAKA

Widagdo (2017) Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai rata – rata kuat tekan sejajar serat, kuat tarik sejajar serat, kuat geser sejajar serat, dan kuat lentur balok bambu laminasi dengan balok kayu jati. Hasil pengujian menunjukkan nilai rata – rata kuat tekan sejajar serat balok bambu laminasi sebesar 523,11 kg/cm<sup>2</sup> dan untuk balok kayu jati sebesar 414,26 kg/cm<sup>2</sup>, nilai rata – rata kuat tarik sejajar serat balok bambu laminasi sebesar 1072,77 kg/cm<sup>2</sup> dan untuk balok kayu jati sebesar 801,26 kg/cm<sup>2</sup>, nilai rata – rata kuat geser sejajar serat balok bambu laminasi sebesar 46,86 kg/cm<sup>2</sup> dan untuk balok kayu jati sebesar 123,66 kg/cm<sup>2</sup> dan nilai rata – rata kuat lentur balok bambu laminasi sebesar 506,53 kg/cm<sup>2</sup> dan untuk balok kayu jati sebesar 588,28 kg/cm<sup>2</sup>.

Velantika (2016) Penelitian yang berjudul Desain Campuran Optimum Beton Ringan (*Lightweight Foam Concrete*) Dengan Bahan Tambah *Silica Fume* Dan Bubuk Kapur Menggunakan Metode Taguchi bertujuan untuk mengetahui proporsi campuran maksimum lightweight foam concrete yang ditinjau dari segi kuat tekan, porositas, dan berat jenis. Dari hasil penelitian didapatkan campuran optimum berdasarkan kuat tekan yaitu 260 kg semen, dan 300 kg pasir, 160 liter air, 60 kg *silica fume*, 80 kg bubuk kapur, 400 liter *foam*, dan 2 kg *superplasticizer*. Sedangkan campuran optimum berdasarkan porositas hampir sama dengan kuat tekan, hanya yang membedakan adalah kebutuhan air sebanyak 180 kg. Selain itu, campuran optimum berdasarkan berat jenis yaitu 320 kg semen, 100 kg pasir, 180 liter air, 40 kg *silica fume*, 40 kg bubuk kapur, 700 liter *foam*, dan 2 kg *superplasticizer*. Campuran optimum tersebut berdasarkan kebutuhan 1 m<sup>3</sup>.

Purwanto(2015) Penelitian yang berjudul optimalisasi pembuatan beton ringan menggunakan metode taguchi dengan penambahan *silica fume*. penelitian ini dititik beratkan pada nilai kuat tekan beton optimal, porositas minimum dan berat jenis yang rendah dari variasi *mix design* yang dibuat. Hasil dari penelitian ini kuat tekan yang optimal *mix design* 6 dengan nilai rata-rata 3,4 N/mm<sup>2</sup>, nilai porositas minimum *mix design* 2 dengan nilai rata-rata porositas 16,70%, dan nilai berat jenis minimum *mix design* 5 dengan nilai rata-rata 545,60 kg/m<sup>3</sup>. Setelah menggunakan Metode Taguchi didapatkan komposisi campuran untuk kuat tekan maksimum adalah *Water/cement*: 0,45

, *Sand/cement (s/c)*: 0,75 , *Foam* : 40%, *Silica fume/cement (%)* : 0,15 , untuk komposisi porositas minimum *Water/cement (W/c)* : 0,40 , *Sand/Cement (s/c)* : 0,75 , *Foam (%)* : 60%, *Silica fume/cement (%)* : 0,2 , Sedangkan untuk berat jenis minimum adalah *Water/cement*: 0,40 , *Sand/cement (s/c)*: 0,25 , *Foam* : 60%, *Silica fume/cement (%)* : 0,1.

## 3. LANDASAN TEORI

### 3.1. Beton

Beton diperoleh dengan cara mencampurkan semen, air, dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan (*admixture*) tertentu. Material pembentuk beton tersebut dicampurkan dengan marena dengan komposisi tertentu menghasilkan suatu campuran yang plastis sehingga dapat dituangkan dalam cetakan untuk dibentuk sesuai keinginan. Campuran tersebut bila dibiarkan akan mengalami pengerasan sebagai akibat reaksi kimia antara semen dan air yang berlangsung selama jangka waktu yang panjang atau dengan kata lain campuran beton akan bertambah keras sejalan dengan umurnya (Wicaksono, 2005).

### 3.2. Beton ringan

Beton ringan adalah beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat satuan tidak lebih dari 1900 kg/cm<sup>3</sup>. Beton ringan atau bata ringan adalah beton selular yang mengalami *curing* secara alami. Pada beton ringan agregat kasar (krikil) diganti dengan gelembung udara yang berasal dari bahan berupa foam agent, dan bahan lain yang digunakan hanya pasir, semen, air, dan foam. dimana kepadatan disesuaikan mulai dari 350kg/cm<sup>3</sup> sampai 1800 kg/cm<sup>3</sup> dan kekuatan dapat dicapai dari serendah 1,5 sampai lebih 30 N/mm<sup>2</sup>. (SNI 03 – 2847 – 2002).

### 3.3. Semen Portland

Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan menghaluskan klinker terutama terdiri dari atas silikat kalsium yang bersifat hidrolis, dengan gips sebagai bahan tambahannya. Semen portland diperoleh dengan membakar secara bersamaan suatu campuran dari *calcareous* (yang mengandung kalsium karbonat atau batu gamping) dan *argillaceous* (yang mengandung alumina) dengan perbandingan tertentu. Secara mudahnya kandungan semen portland adalah

kapur, silika, dan alumina. Ketiga bahan tadi dicampurkan dan dibakar dengan suhu 1550 °C dan menjadi klinker. Setelah itu kemudian dikeluarkan, didinginkan, dan dihaluskan sampai halus seperti bubuk. Biasanya lalu klinker digiling halus secara mekanis sambil ditambahkan gips atau kalsium sulfat (CaSO<sub>4</sub>) kira-kira 2-4 % sebagai bahan pengontrol waktu pengikatan. Bahan tambahan lain kadang ditambahkan untuk membentuk semen khusus (Tjokrodimuljo, 1996).

### 3.4. Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Agregat menempati 70 – 75 % dari total volume beton, maka kualitas agregat akan sangat mempengaruhi kualitas beton, tetapi sifat sifat tersebut lebih bergantung pada faktor – faktor seperti bentuk, dan ukuran butiran pada jenis batuan. Agregat dapat dibedakan menjadi 2 (dua) jenis, yaitu agregat halus dan agregat kasar. Agregat memiliki beberapa jenis dan cara membedakannya adalah dengan berdasar pada ukuran butiran – butirannya. Agregat mempunyai butir – butir yang besar disebut agregat kasar yang ukurannya lebih besar dari 4,8 mm. Sedangkan butiran agregat yang kecil disebut agregat halus yang memiliki ukuran lebih kecil dari 4,8 mm.

### 3.5. Air

Air merupakan bahan dasar pembuatan beton yang penting namun harganya murah. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Sifat dan kualitas air yang digunakan dalam campuran beton akan sangat mempengaruhi proses, sifat serta mutu beton yang dihasilkan. Dalam pembuatan beton, air merupakan salah satu faktor penting, karena air dapat bereaksi dengan semen, yang akan menjadi pasta pengikat agregat.

### 3.6. Silica Fume

Silica fume adalah material pozzolan yang halus, dimana komposisi silika lebih banyak dihasilkan dari tanur tinggi atau sisa produksi silikon atau alloy besi silikon (dikenal sebagai gabungan antara micro silica dengan silica fume). Silica fume merupakan bahan pengisi (filler) dalam beton yang mengandung kadar silika yang tinggi.

Kandungan SiO<sub>2</sub> mencapai lebih dari 90%. Penggunaan *silica fume* dalam campuran beton dimaksudkan untuk menghasilkan beton dengan kekuatan tekan yang tinggi. Beton dengan kekuatan tinggi digunakan, misalnya, untuk kolom struktur atau dinding geser, *pre-cast* atau beton prategang dan beberapa keperluan lain. Kriteria kekuatan beton berkinerja tinggi saat ini sekitar 50-70 Mpa untuk umur 28 hari. Penggunaan *silica fume* berkisar 0-30% untuk memperbaiki karakteristik kekuatan keawetan beton dengan faktor air semen sebesar 0,34 dan 0,28 dengan atau tanpa *superplasticizer* dan nilai slump 50 mm (Yogerdan, et al: 124-12).

### 3.7. Foam Agent

*Foam agent* adalah suatu larutan pekat yang terbuat dari bahan surfaktan, dimana apabila akan digunakan maka bahan harus dilarutkan dengan air. Salah satu bahan yang mengandung surfaktan adalah *detergent* (CH<sub>3</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>15</sub>OSO<sub>3</sub>-Na+). *Foaming Agent* saat dicampurkan dengan kalsium hidrokarbon yang terdapat pada pasir dan air akan bereaksi membentuk hidrogen gas. Hidrogen ini membentuk gelembung-gelembung udara di dalam campuran beton. Gelembung – gelembung udara akan menjadikan volumenya menjadi dua kali lebih besar dari volume semula. Pada saat proses pembusaan, hidrogen akan terlepas dan digantikan oleh udara dan membuat rongga – rongga pada beton. Rongga – rongga itulah yang menyebabkan beton menjadi ringan.

### 3.8. Serat Bambu

Bambu merupakan tanaman ordo *Bambooidae* yang pertumbuhannya cepat dan dapat dipanen pada umur sekitar 3 tahun. Pada masa pertumbuhan, bambu dapat tumbuh vertikal 5 cm per jam atau 120 cm perhari (Morisco, 1996). Bambu memiliki umur panen yang relatif singkat tersebut memberikan optimisme bahwa pemakaian bambu untuk berbagi keperluan dapat dengan mudah tercukupi. Morisco (1996) menyatakan, adanya serabut sklerenkin di dalam batang bambu menyebabkan bambu mempunyai kekuatan dan dapat digunakan untuk keperluan bahan bangunan. Kekuatan bambu umumnya dipengaruhi oleh jumlah serat sklerenkin dan selulosa didalam bambu. Pada penelitian Morisco (1999) pada bambu ori kering tungku menunjukkan kuat tarik sebesar 4170 kg/cm<sup>2</sup> pada bambu bagian luar dan 1640 kg/cm<sup>2</sup> pada bambu bagian dalam tanpa buku untuk memperoleh serat yang lurus.

### 3.9. Slump

*Slump* merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecakan suatu adukan beton, yaitu kecairan/kepadatan adukan yang berguna dalam pengerjaan beton, hal ini berkaitan dengan tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*). Makin tinggi nilai *slump* berarti makin cair adukan beton tersebut, sehingga adukan beton semakin mudah dikerjakan.

### 3.10. Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu oleh mesin tekan.

Kuat tekan beton dipengaruhi oleh sejumlah faktor selain oleh perbandingan faktor air semen (f.a.s) dan tingkat pematatannya. Faktor-faktor tersebut antara lain adalah:

1. jenis semen dan kualitasnya,
2. jenis dan bentuk permukaan agregat,
3. efisiensi peralatan,
4. faktor umur, dan
5. mutu agregat.

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

Keterangan :  $f'c$  = kuat desak beton

$P$  = beban maksimum

$A$  = luas penampang benda uji

### 3.11. Kuat Tarik Belah

Kekuatan beton di dalam tarik belah beton adalah suatu sifat yang mempengaruhi perambatan dan ukuran dari retak di dalam struktur. Kuat tarik belah beton bervariasi antara 8% sampai 15% dari kuat tekannya. Meskipun diabaikan dalam perhitungan desain, kuat tarik belah tetap merupakan sifat penting yang mempengaruhi ukuran beton dan seberapa besar retak yang terjadi.

$$f_t = 2 P / \pi L D \quad (2)$$

dengan:

$f_t$  = kuat tarik belah,

$P$  = beban pada waktu belah,

$L$  = panjang benda uji silinder, dan

$D$  = diameter benda uji silinder.

### 3.12. Berat Jenis Beton

Berat jenis beton adalah perbandingan antara berat satuan volume material terhadap berat isi dengan volume yang sama pada temperatur yang ditentukan. Nilai berat jenis dalam ( $\text{kg/m}^3$ ). (SNI 1970:2008).

*Berat jenis Jenuh Kering Permukaan (SSD)*

$$\frac{B_j}{B_j - B_a} \times 100 \% \quad (3)$$

*Penyerapan*

$$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100 \% \quad (4)$$

$B_j$  = Berat benda uji kering permukaan jenuh (gram)

$B_k$  = Berat benda uji kering oven (gram)

$B_a$  = Berat benda uji kering permukaan jenuh didalam air (gram)

### 3.13. Perencanaan Campuran Beton

Pada penelitian ini perencanaan campuran beton (mix design) menggunakan metode SNI 03-2834-2000. Dan di tambah Metode Taguchi.

### 3.14. Metode Taguchi

Metode Taguchi merupakan sebuah metode pengendalian mutu, meningkatkan kualitas yang digunakan dalam sebuah *Design of Experiment* (DOE). Metode ini bertujuan untuk menghasilkan suatu produk yang tangguh sehingga dapat disebut sebagai metode *Robust Design*. Metode ini berupaya mengoptimalkan desain dan proses produk sehingga performansi akhirnya akan sesuai target dan mempunyai nilai variabilitas yang minimum. Ada dua tahapan utama yang terdapat pada metode Taguchi, yaitu metode perancangan parameter dan metode perancangan toleransi. (Besterfeld, 2003).

## 4. METODE PENELITIAN

### 4.1. Tinjauan Umum

Metode penelitian adalah langkah – langkah umum atau metode yang digunakan dalam penelitian suatu masalah, kasus, fenomena, atau yang lain secara ilmiah untuk memperoleh hasil yang rasional. Penelitian ini dilakukan secara eksperimen dan dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Penelitian yang dilakukan ini adalah beton ringan berserat yang menggunakan bahan tambah serat bambu.

## 4.2. Benda Uji

Pada penelitian ini untuk merencanakan desain campuran beton ringan berserat menggunakan metode Taguchi dan dibantu menggunakan arthogonal array. benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Jumlah sampel beton silinder.

Tabel 4.1 Pengaplikasian Metode Taguchi

Notasi	Parameter	Level	
		1	2
A	Air (%)	60	75
B	Pasir (%)	60	75
C	Foam Agent (%)	40	60
D	Serat Bambu (%)	1	2
E	Silica Fume (%)	10	15

Untuk detail jumlah benda uji yang sudah disesuaikan dengan matriks orthogonal dengan 5 faktor dan 2 level adalah sebagai berikut.

Tabel 4.2 Matriks Orthogonal  $L_8(2^5)$

Design	Water	Sand	Foam	Serat Bambu	Silica fume
BRS 1	1	1	1	1	1
BRS 2	1	1	1	2	2
BRS 3	1	2	2	1	1
BRS 4	1	2	2	2	2
BRS 5	2	1	2	1	2
BRS 6	2	1	2	2	1
BRS 7	2	2	1	1	2
BRS 8	2	2	1	2	1

Dibawah ini merupakan tabel matriks orthogonal yang sudah dimasukkan rincian data dari Tabel 4.1 dengan Tabel 4.2.

Tabel 4.3 Rincian data Matriks Orthogonal  $L_8(2^5)$

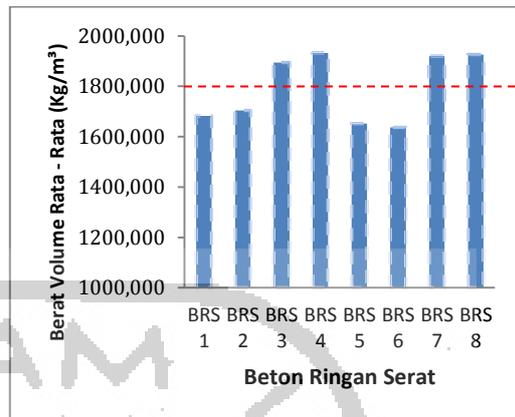
Design	Water	Sand	Foam	Serat Bambu	Silica fume
BRS 1	0,60	0,60	0,40	0,01	0,10
BRS 2	0,60	0,60	0,40	0,02	0,15
BRS 3	0,60	0,75	0,60	0,01	0,10
BRS 4	0,60	0,75	0,60	0,02	0,15
BRS 5	0,75	0,60	0,60	0,01	0,15
BRS 6	0,75	0,60	0,60	0,02	0,10
BRS 7	0,75	0,75	0,40	0,01	0,15
BRS 8	0,75	0,75	0,40	0,02	0,10

## 4.3. Tahap persiapan

Pembuatan benda uji dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia. Pembuatan benda uji dikerjakan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Langkah pertama adalah melakukan perhitungan mix design.
2. Mempersiapkan material .
3. Menyiapkan bahan dan alat.
4. Timbang bahan – bahan yang digunakan meliputi pasir, semen, air, silica flume, serat bambu dan foam agent yang sudah di pehitungkan.
5. Mempersiapkan mesin pencampur atau *concrete mixer* untuk melakukan proses pencampuran bahan dan agregat, sebelum dilakukan pencampuran *concrete mixer* dibersihkan terlebih dahulu dari sisa – sisa material sebelumnya.
6. Masukkan material bahan seperti pasir dan semen kedalam *concrete mixer* selama 1-2 menit hingga campuran merata. Masukan *silica fume* kedalam campuran setelah tercampur rata masukan air kedalam adukan sesuai dengan kebutuhan yang telah diperhitungkan sedikit demi sedikit dan aduk selama 1-2 menit.
7. Membuat *bubble* dengan mencampurkan kurang lebih 1 liter *foam agent* dan air dengan perbandingan 1 :10 kedalam adukan.
8. Masukkan *bubble* kedalam *concrete mixer* kemudian aduk kembali selama 1-2 menit sampai tercampur merata. Lalu masukkan bahan tambah serat bambu kedalam *concrete mixer* kemudian akuk kembali sampai benar benar merata.

9. Setelah adukan benar – benar tercampur merata diamkan selama kurang lebih 1 menit sampai beton mengalami pengembangan.
10. Setelah adukan beton jadi, kemudian adukan dituangkan kedalam cetakan yang telah di sediakan.
11. Ratakan permukaan benda uji menggunakan cetok.
12. Diamkan selama 24 jam. Setelah itu lepaskan benda uji dari cetakan kemudian dilakukan pengodean agar benda uji tidak tertukar.
13. Benda uji kemudian direndam kedalam bak yang berisi air selam 28 hari.
14. Setelah direndam, benda uji dikeringkan.
15. Beton ringan siap diuji kekuatannya.



Gambar 5.1 Grafik Berat Volume Rata – rata Beton Ringan

## 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 5.1. Pengujian *Slump*

Pengujian *slump* merupakan parameter yang digunakan untuk mengukur tingkan kelecakan adukan beton yaitu kecairan atau kepaatan adukan dalam pengerjaan beton. Hal ini berkaitan dengan tingkat kemudahan dalam pengerjaan beton (*workability*). *Workability* pada beton berhubungan dengan kerapatan campuran beton, kelekatan adukan pasta semen, kemampuan air beton segar,serta kemampuan beton dalam mempertahankan kerataan. Hasil pengujian *slump* pada adukan beton dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Kode Benda Uji	Nilai <i>Slump</i> Rata - rata (mm)
BRS 1	102
BRS 2	104
BRS 3	95
BRS 4	97
BRS 5	68
BRS 6	76
BRS 7	97
BRS 8	83

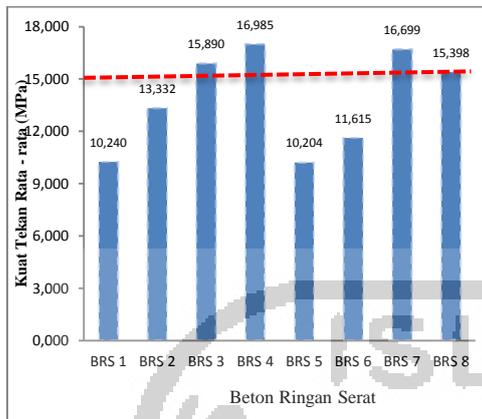
### 5.2. Berat Volume Beton Ringan

Dilihat hasil perhitungan berat volume rata – rata setiap campuran beton ringan. Pada sampel BRS 4 mempunyai berat volume rata – rata sebesar 1932,419 kg/m<sup>3</sup> yang merupakan berat volume rata –rata maksimum. Sedangkan pada sampel BRS 6 mempunyai nilai berat volume rata – rata sebesar 1637,214 kg/m<sup>3</sup> yang merupakan berat volume rata – rata minimum. Hasil pengujian di atas menunjukkan bahwa sampel pengujian sudah memuhi target beton ringan yang disyaratkan, meskipun masih ada sebagian yang melebihi syarat beton ringan. Hal itu di karenakan adanya penggunaan matriks pada perhitungan kebutuhan material. Setelah hasil rata –rata setiap berat volume sampel didapatkan maka selanjudnya dilakukan perhitungan berupa matriks perhitungan respon berat volume rata – rata yang isinya berupa kombinasi setiap berat rata – rata volume sampel yang dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Respon Rata – Rata Berat Volume Beton Ringan

Tabel Respon Rata-Rata Berat Volume					
Leve l	Faktor				
	Water	Sand	Foam	serat bambu	silica fume
Leve 11	1803,36 3	1669,10 4	1808,46 4	1787,25 2	1785,13 3
Leve 12	1784,06 4	1918,32 3	1778,96 3	1800,17 5	1802,29 4
Max	1803,36 3	1918,32 3	1808,46 4	1800,17 5	1802,29 4
Min	1784,06 4	1669,10 4	1778,96 3	1787,25 2	1785,13 3

### 5.3. Kuat Tekan Beton Ringan



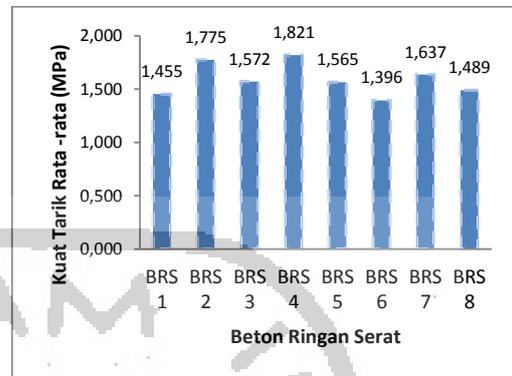
Gambar 5.2 Grafik Kuat Tekan Rata – Rata

Dilihat hasil perhitungan Kuat tekan rata – rata setiap campuran beton ringan. Pada sampel BRS 4 mempunyai Kuat tekan rata – rata sebesar 16,985 MPa yang merupakan kuat tekan rata – rata maksimum hasil tersebut sesuai dengan kuat tekan rencana. Sedangkan pada sampel BRS 5 mempunyai nilai kuat tekan rata – rata sebesar 10,204 MPa yang merupakan kuat tekan rata – rata minimum. Setelah hasil rata – rata setiap kuat tekan sampel didapatkan maka selanjutnya dilakukan perhitungan berupa matriks perhitungan respon kuat tekan rata – rata yang isinya berupa kombinasi setiap kuat tekan rata – rata sampel yang dapat dilihat pada Tabel 5.3

Tabel 5.3 Respon Rata – Rata Kuat Tekan Beton Ringan

Tabel Respon Rata-Rata Kuat Tekan					
Level	FAKTOR				
	Water	Sand	Foam	serat bambu	silica fume
Level 1	14,112	11,348	13,917	13,258	13,286
Level 2	13,479	16,243	13,674	14,332	14,305
Max	14,112	16,243	13,917	14,332	14,305
Min	13,479	11,348	13,674	13,258	13,286

#### 5.4. Kuat Tarik Beton Ringan



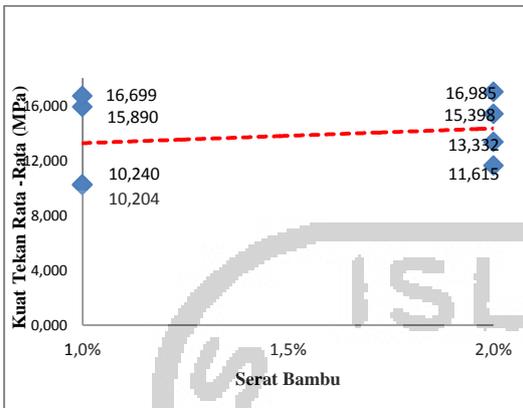
Gambar 5.3 Grafik Kuat Tarik Rata – Rata Beton Ringan

Dilihat hasil perhitungan kuat tarik rata – rata setiap campuran beton ringan. Pada sampel BRS 4 mempunyai Kuat tarik rata – rata sebesar 1,821 MPa yang merupakan kuat tarik rata – rata maksimum. Sedangkan pada sampel BRS 6 mempunyai nilai kuat tarik rata – rata sebesar 1,396 MPa yang merupakan kuat tarik rata – rata minimum. Hasil data tersebut juga dipengaruhi oleh variasi kombinasi perhitungan setiap material disetiap sampelnya yang digabungkan dengan matrik ortogonal array. Dari hasil kuat tarik rata – rata di atas maka untuk mencari proporsi optimum campuran beton dengan cara dipilih level yang mempunyai kekuatan terbesar dari tabel respon rata rata kuat tarik sesuaikan Tabel 5.4.

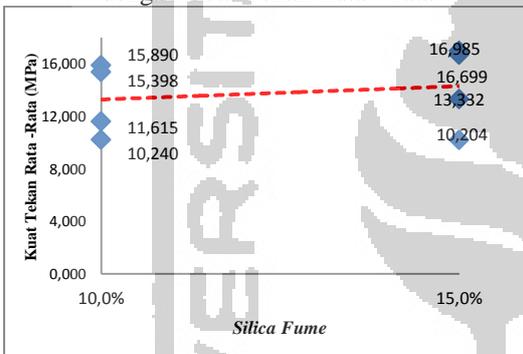
Tabel 5.4 Respon Rata – Rata Kuat Tarik Beton Ringan

TABEL RESPON RATA-RATA KUAT TARIK					
LEVEL	FAKTOR				
	Water	Sand	Foam	serat bambu	silica fume
LEVEL 1	1,656	1,548	1,589	1,557	1,478
LEVEL 2	1,522	1,630	1,588	1,620	1,699
MAX	1,656	1,630	1,589	1,620	1,699
MIN	1,522	1,548	1,588	1,557	1,478

### 5.5. Pembahasan Kuat Tekan Beton Ringan



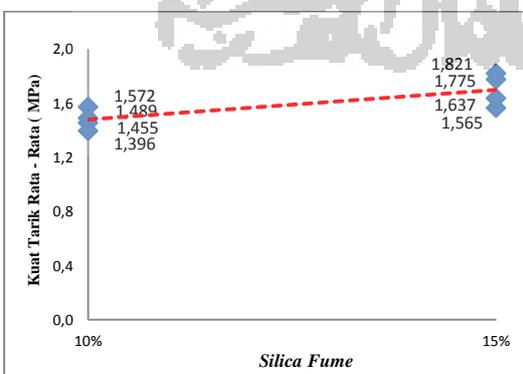
Gambar 5.4 Grafik Hubungan *Silica Fume* dengan Kuat Tekan Rata – rata



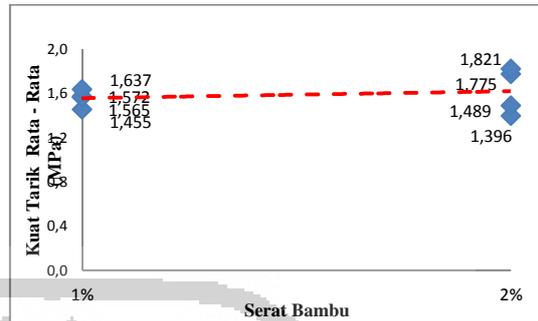
Gambar 5.5 Grafik Hubungan Serat Bambu dengan Kuat tekan Rata – rata

penambahan *silica fume* dan serat bambu memberikan nilai kuat yang lebih baik, walaupun peningkatan disetiap *mix design* berbeda beda. Pada penambahan *silica fume* 15% dan serat bambu 2% memberikan hasil kuat tekan yang lebih besar walaupun sebagian nilai masih rendah.

### 5.6. Pembahasan Kuat Tarik Beton ringan



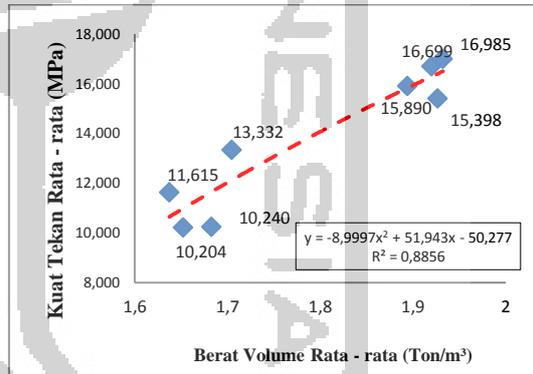
Gambar 5.6 Grafik Hubungan Kuat Tarik dengan *silica fume*



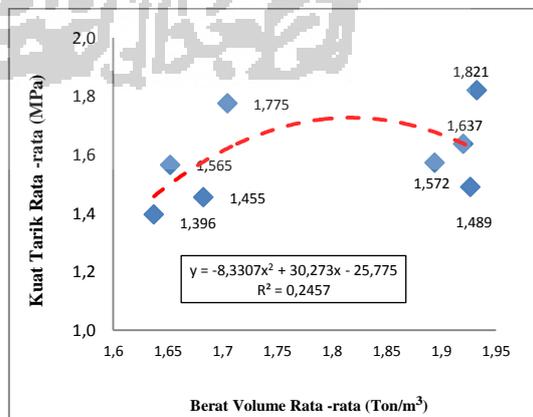
Gambar 5.7 Grafik Hubungan antara Kuat Tarik dengan Serat Bambu

Hasil yang didapat menunjukkan bahwa dengan penambahan *silica fume* 15% dan serat bambu 2% memberikan kekuatan tarik yang baik. Walaupun sebagian kuat tarik pada serat bambu 2% terdapat nilai yang rendah, akan tetapi juga memberikan nilai kuat tarik yang tinggi. Hasil yang berbeda ini juga di pengaruhi karena adanya penentuan dari material lain yang sudah ditentukan lewat metode Taguchi.

### 5.7. Berat Volume dengan Kuat Tekan dan Kuat Tarik



Gambar 5.8 Hubungan Berat Volume Rata – rata dengan Kuat Tekan Rata-rata



Gambar 5.9 Hubungan Berat Volume Rata – rata dengan Kuat Tarik Rata – rata

Dari gambar diatas dapat dilihat hubungan antara berat volume, kuat tekan dan kuat tarik beton ringan. Gambar menunjukkan bahwa semakin besar nilai berat volume maka semakin besar juga kuat tekan beton ringan dan didapatkan rumus empirisnya  $y = -8,9997x^2 + 51,943x - 50,277$  maka  $R^2 = 0,8856$ . Gambar menunjukkan bahwa besarkecilnya nilai berat volume terhadap kuat tarik terjadi merataan dan didapatkan rumus empirisnya  $y = -8,3307x^2 + 30,273x - 25,775$  maka  $R^2 = 0,2457$ .

## 5.8. Pembahasan Hasil Penggunaan Metode Taguchi

Dari hasil perhitungan berat jenis, kuat tekan, dan kuat tarik dengan menggunakan metode Taguchi didapatkan nilai parameter yang maksimum disetiap parameternya sesuai dengan nilai levelnya sehingga mendapatkan *mix design* baru. Dari ketiga pengujian tersebut mendapatkan *mix design* baru. Nilai parameter kuat tekan dan kuat tarik maksimalnya berada dilevel yang sama seperti *water* berada pada level 1, *sand* berada pada level 2, *foam* berada pada level 1, serat Bambu berada pada level 2, dan *silica fume* berada pada level 2. Hasil tersebut disesuaikan dengan parameter yang telah ditentukan pada Tabel 5.23 dan Tabel 5.27 akan mendapatkan hasil campuran design material yang optimum yang terdiri dari 0,6 air, 0,75 pasir, 0,4 *foam*, 0,02 serat bambu, dan 0,15 *silica fume*. Dan setelah dihitung kebutuhan bahan untuk 1 benda uji adalah 0,76 kg air, 7,90 kg pasir, 2,54 kg *foam*, 0,05 kg serat bambu, 0,38 kg *silica fume*, 2,14 kg semen. Sedangkan untuk nilai parameter berat volume minimum yaitu *water* berada pada level 2, *sand* berada pada level 1, *foam* berada pada level 2, serat Bambu berada pada level 1, dan *silica fume* berada pada level 1. Hasil campuran pada berat volume minimum terdiri dari 0,75 air, 0,60 pasir, 0,6 *foam*, 0,01 serat bambu, dan 0,10 *silica fume*. Dan kebutuhan bahan untuk 1 benda uji adalah 0,94 kg air, 6,32 kg pasir, 3,82 kg *foam*, 0,025 kg serat bambu, 0,25 kg *silica fume*, 2,27 kg semen.

## 6. KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Hasil optimum dari penambahan silica fume dan serat bambu terhadap hasil penelitian adalah sebagai berikut.

- Dari hasil pengujian berat volume campuran beton ringan yang jumlahnya 8 *mix design*, rata – rata nilai berat volume tertinggi terdapat pada *mix design* BRS 4 dengan nilai 1932,419 kg/m<sup>3</sup>. Dan rata – rata nilai berat volume terendah terdapat pada *mix design* BRS 6 dengan nilai 1637,214 kg/m<sup>3</sup>.
- Hasil uji kuat tekan campuran beton ringan dari 8 *mix design*, rata – rata nilai kuat tekan tertinggi diperoleh pada *mix design* BRS 4 dengan nilai 16,985 MPa. Dengan hasil ini makan sesuai dengan kuat tekan rencana sebesar 15 MPa. Sedangkan kuat tekan terendah terdapat pada *mix design* BRS 5 sebesar 10,204 MPa.
- Pada nilai hasil pengujian kuat tarik beton ringan rata – rata kuat tarik tertinggi terdapat pada Mix design BRS 4 sebesar 1,821 MPa. Sedangkan kuat tarik terendah terdapat pada mix design BRS 6 sebesar 1,396 MPa.

2. Dengan metode taguchi didapat campuran baru untuk kuat takan, dan kuat tarik maksimum yang semua campurannya sama,yaitu terdiri dari 0,6 air, 0,75 pasir, 0,4 *foam*, 0,02 serat bambu, dan 0,15 *silica fume*. Dan setelah dihitung kebutuhan bahan untuk 1 benda uji adalah 0,76 kg air, 7,78 kg pasir, 2,54 kg *foam*, 0,005 kg serat bambu, 0,38 kg *silica fume*, 2,14 kg semen. Sedangkan campuran pada berat volume minimum terdiri dari 0,75 air, 0,60 pasir, 0,6 *foam*, 0,01 serat bambu, dan 0,10 *silica fume*. Dan kebutuhan bahan untuk 1 benda uji adalah 0,94 kg air, 6,32 kg pasir, 3,82 kg *foam*, 0,025 kg serat bambu, 0,25 kg *silica fume*, 2,27 kg semen. dikarenakan parameter dan jumlah level yang masih sedikit.

### 6.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan ternyata masih banyak kekurangan dari penelitian ini dan diperlukan penelitian lebih lanjut. Maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk proporsi optimum beton ringan dengan campuran serat bambu terhadap kuat tarik, kuat tekan, dan berat volume.

2. Perlu dilakukan variasi level dan parameter yang lebih banyak untuk mencapai optimalisasi produk.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai harga ekonomis dari beton ringan sebelum di produksi.
4. Perlu penambahan benda uji dengan presentasi bahan tambah 0 % agar hasil lebih akurat dan bisa membandingkan bahan tambah lebih baik.
5. Mix design super perlu di uji lagi untuk mengetahui nilai kuat tekan, kuat tarik dan berat volumenya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional, 2002, *Beton ringan*. SNI 03–2847–2002, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, 2000, *Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal* SNI 03 – 2834 – 2000, Jakarta.
- Lava Himawan, S. T. (2016). *Desain Campuran Optimum Beton Ringan (Lighweight Foam Concrete) Dengan Bahan Tambahan Silica Fume Dan Bubuk Kapur Menggunakan Metode Taguchi*. Universitas Gadjah Mada.
- Mulyono T, 2004, *“Teknologi Beton”*. Yogyakarta : ANDI
- Nuha, R. N. U. (2015). *Perilaku Beton Serat Bambu dan Beton Serat Rotan terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik dan Ketahanan Beban Ledakan*. Universitas Gadjah Mada.
- Purwanto. F. (2015). *Optimalisasi Pembuatan Beton Ringan Menggunakan Metode Taguchi dengan Penambahan Silica Fume*. Universitas Gajah Mada.
- Tjokrodimulyo, K, 1996. *Teknologi Beton*, Nafri : Yogyakarta
- Velantika, J. G. (2016). *Desain Campuran Optimum Beton Ringan (Lighweight Foam Concrete) dengan Bahan Tambah Silica Fume dan Bubuk Kapur Menggunakan Metode Taguchi*
- wicaksono, Imam Agung, 2005, *Tinjauan Permeabilitas Beton Kedap Air Sistem Integral dengan Bahan Tambah Cebex-031 dan Conplast-X421M*, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Yogendran., V, et al., 1987. *Silica Fume in High-Strength Concrete*. Technical Paper. Title No. 84-M.15 ACI Material Journal. Pp. 124-129