

## ANALISIS KUAT TEKAN BETON MUTU K 200 DENGAN BAHAN CAMPUR *FOAMING AGENT*, *SUPERPLASTICIZER* (SIKACIM), DAN *FLY ASH*

Nofvim Eric Prandika, Synsya Ealiah Azzahra, Agung Kristiawan, Putri Anggi P. S.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang

E-mail: [synsyaelialah.azzahra@gmail.com](mailto:synsyaelialah.azzahra@gmail.com), [nofvimeric1@gmail.com](mailto:nofvimeric1@gmail.com)

### Abstrak

Inovasi teknologi beton perlu dilakukan untuk meningkatkan atau memperbaiki kelemahan dan meningkatkan standar mutu beton yang dihasilkan. Teknologi dan inovasi yang telah dikembangkan yaitu beton ringan. Penelitian ini bertujuan untuk mencari beton yang ringan tetapi kuat tekan tinggi (beton optimal) pada mutu beton K200. Dengan bahan campuran untuk beton berupa *foam agent*, *superplasticizer*, dan *fly ash*, batas toleransi tercampurnya bahan pada umur beton 14 hari dan 21 hari dengan metode eksperimen dengan sampel berbentuk kubus. Berdasarkan tujuan penelitian ini yaitu mencari beton yang ringan namun kuat tekan tinggi (beton optimal) pada penelitian ini rata-rata *foam* 15%, *superplasticizer* 1,5, *fly ash* 10% umur 14 hari dengan rata-rata 254,74 kg/cm<sup>2</sup> dan rata-rata *foam* 15% *superplasticizer* 1,5%, *fly ash* 10% umur 21 hari kuat tekan rata-rata 225,87 kg/cm<sup>2</sup>.

**Kata kunci:** beton ringan; *foam agent*; *superplasticizer*; *fly ash*

### Abstract

*Concrete technology innovations need to be made to improve or correct weaknesses and improve the quality standards of the concrete produced. The technology and innovation that has been developed is lightweight concrete. This research aims to find lightweight but high compressive strength concrete (optimal concrete) at K200 concrete grade. With mixed materials for concrete in the form of foam agent, superplasticizer, and fly ash, the tolerance limit for mixing materials at the age of 14 days and 21 days of concrete with experimental methods with cube-shaped samples. Based on the purpose of this study, namely looking for lightweight concrete but high compressive strength (optimal concrete) in this study the average foam 15%, superplasticizer 1.5, fly ash 10% age 14 days with an average of 254.74 kg / cm<sup>2</sup> and average foam 15% superplasticizer 1.5%, fly ash 10% age 21 days average compressive strength 225.87 kg / cm<sup>2</sup>.*

**Keywords:** *lightweight concrete*; *foam agent*; *superplasticizer*; *fly ash*



## I. PENDAHULUAN

Dalam pembangunan konstruksi struktur bangunan yang modern saat ini, salah satu bahan utamanya adalah beton. Namun ternyata betonpun memiliki kelemahan yaitu berat jenisnya cukup tinggi sehingga beban mati pada suatu struktur menjadi besar.(Hidayati et al., 2022) Inovasi teknologi beton perlu dilakukan guna untuk meningkatkan atau memperbaiki dari kelemahan beton dan menyingkahkan standar mutu dari beton yang dihasilkan. Teknologi dan inovasi yang telah dikembangkan yaitu beton ringan. (Hidayati et al., 2022)

Dalam penelitian kali ini menggunakan bahan *foaming agent, superplasticizer* (sikacim) dan *fly ash* untuk dijadikan bahan campur pada beton ringan. Penggunaan *foam agent* ini diharapkan mampu membuat rongga pada beton normal saat dicampurkan, sehingga volume beton dapat mengembang dan memperringan beratnya.

Salah satu cara meningkatkan mutu beton namun tetap mudah dalam pengerjaannya adalah dengan menggunakan *superplasticizer* (sikacim) yang dapat meningkatkan kelecakan beton walaupun nilai fas yang digunakan kecil. Partikel dari *fly ash* sangat kecil *fly ash* mampu memasuki rongga-rongga yang ada di dalam beton

Penelitian ini jika dapat dikembangkan lebih lanjut, maka dapat diproduksi masal serta mudah untuk didapatkan. Beton ringan adalah beton yang memiliki berat jenis (*density*) lebih ringan daripada beton pada umumnya.(Hidayati et al., 2022) Beton ringan dapat dibuat dengan berbagai cara, antara lain dengan menggunakan agregat ringan (*fly ash, batu apung, expanded*

*polystyrene, dll*), campuran antara semen, silika, pozolan, dll, atau semen dengan kimia penghasil gelembung udara. Bata ringan menurut Ngabdurrochman (2009) dalam (Asmono, 2023.).

Penggunaan beton ringan pada konstruksi bangunan bertingkat dapat mengurangi berat bangunan sendiri dan berdampak kepada dimensi struktur.(Hidayati et al., 2022)

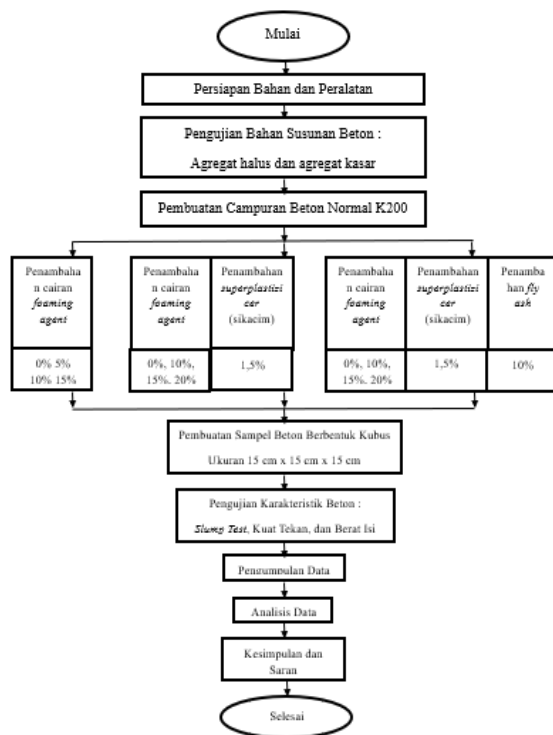
Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu kami menggunakan bahan campur *foaming agent, superplasticizer* (sikacim) dan *fly ash* untuk dijadikan bahan campur pada beton ringan tetapi kuat tekan tetap optimal, Dengan mempertimbangkan kajian studi yang dapat diambil dalam studi ini dan karena keterbatasan pada pelaksanaan maka studi ini menggunakan batasan sebagai berikut :

- a. Pengujian beton segar meliputi : *Slump Test* dan Berat Isi.
- b. Dalam penelitian ini memperhatikan pengaruh ikatan antar agregat.
- c. Mengamati sifat mekanis kuat tekan beton.
- d. Menggunakan semen dengan standar SNI 15-2049-2004 Semen *Portland type 1 merk* Gresik, sehingga pengujian semen tidak dilakukan karena sifat fisik dan mekanis semen dianggap telah sesuai dengan standar.
- e. Tidak mengamati sifat kimia dari *foaming agent, superplasticizer* (sikacim) ,dan *fly ash*.
- f. *Mix design* yang digunakan adalah metode DoE (Budirahardjo, 2016)

- g. Benda uji beton yang digunakan berbentuk kubus dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm.
- h. Pengujian beton meliputi pengujian kuat tekan pada umur 14 hari dan 21 hari.
- i. Tidak melakukan pengujian karakteristik pada semen.
- j. Nilai Fas 0,6.

## II. METODE PENELITIAN

Secara umum penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan seperti:



Gambar 1. Bagan Alur Penelitian  
Sumber: Hasil Analisis, 2023

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Kampus 3 Universitas PGRI Semarang. Jenis data yang akan digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data Kuantitatif.

Sampel pada penelitian ini menggunakan benda uji beton berbentuk kubus dengan ukuran sisinya 15cm X 15cm X 15cm, .

Metode kuantitatif yang berupa analisa pengaruh bahan dari *Foaming Agent* dengan presentase 0%, 10%, 15%, dan 20%, *Superplasticizer* dengan presentase 1,5%, dan *Fly Ash* dengan presentase 10% dalam campuran beton K200. Selanjutnya campuran dicetak dan dipres dengan rojok, lalu dilakukan uji kelayakan lalu meliputi perhitungan formula K200, analisa kuat tekan, berat isi, dan pengujian *slump test*. (Budirahardjo et al., 2014)

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. *Slump Test*, Berat isi, dan Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari

Tabel 1. *Slump Test* Untuk Beton Umur 14 Hari.

NAMA SAMPEL	UMUR (HARI)	NILAI SLUMP (cm)
ASLI/MURNI	14	7
FOAM 10%	14	5
FOAM 15%	14	6
FOAM 20%	14	9
FOAM 0% , SUPER 1,5%	14	10
FOAM 10% , SUPER 1,5%	14	15
FOAM 15% , SUPER 1,5%	14	12
FOAM 20% , SUPER 1,5%	14	14
FOAM 0% , SUPER 1,5% , FLY ASH 10%	14	6
FOAM 10% , SUPER 1,5% , FLY ASH 10%	14	10
FOAM 15% , SUPER 1,5% , FLY ASH 10%	14	13
FOAM 20% , SUPER 1,5% , FLY ASH 10%	14	14

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Tabel 2. Berat Isi Beton Segar Untuk Beton Umur 14 Hari.

NAMA SAMPEL	UMUR (HARI)	BERAT ISI SEGAR + CONTAINER (kg)	BERAT CONTAINER (kg)	VOLUME CONTAINER (m <sup>3</sup> )	BERAT ISI (D-E)/F (kg/m <sup>3</sup> )
B	C	D	E	F	G
ASLI/MURNI	21	8,500	1,650	0,003	2283,33
FOAM 10 %	21	8,390	1,650	0,003	2256,66
FOAM 15 %	21	8,250	1,650	0,003	2200
FOAM 20 %	21	7,910	1,650	0,003	2246,66
FOAM 0 % SUPER 1,5 %	21	8,420	1,650	0,003	2086,66
FOAM 10 % SUPER 1,5 %	21	7,950	1,650	0,003	2360
FOAM 15 % SUPER 1,5 %	21	7,945	1,650	0,003	2098,33
FOAM 20 % SUPER 1,5 %	21	8,375	1,650	0,003	2100
FOAM 0 % SUPER 1,5 % FLY 10 %	21	8,730	1,650	0,003	2241,66
FOAM 10 % SUPER 1,5 % FLY 10 %	21	8,110	1,650	0,003	2240
FOAM 15 % SUPER 1,5 % FLY 10 %	21	7,705	1,650	0,003	2018,33
FOAM 20 % SUPER 1,5 % FLY 10 %	21	8,635	1,650	0,003	2153,33

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Tabel 3. Rata-rata Berat Isi Beton Kering dan Rata-rata Kuat Tekan Beton Umur 14 hari.

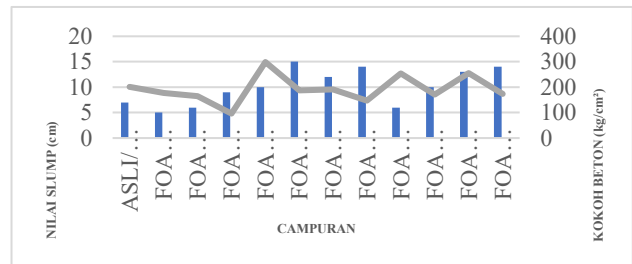
NANA SAMPEL	RATA-RATA BERAT BENDA UJI (kg)	RATA-RATA KUAT TEKAN BETON 28 HARI (kg/cm <sup>2</sup> )
Asli/Murni	8,277	201,76
Foam 10%	7,667	176,86
Foam 15%	7,607	164,63
Foam 20%	7,377	96,153
Foam 0% super 1,5%	8,295	298,77
Foam 10% super 1,5%	8,175	187,15
Foam 15% super 1,5%	8,072	190,6
Foam 20% super 1,5%	7,802	147,67
Foam 0% super 1,5% fly 10 %	8,190	254,13
Foam 10% super 1,5% fly 10 %	8,100	171,305
<b>Foam 15% super 1,5% fly 10 %</b>	<b>7,938</b>	<b>254,74</b>
Foam 20% super 1,5% fly 10 %	7,860	173,33

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Berdasarkan pada tabel 3. mengacu pada tujuan penelitian ini yaitu mencari beton yang ringan namun kuat tekan tinggi. Sehingga beton optimal pada penelitian ini yaitu rata-rata *foam 15% super 1,5% fly 10%* umur 14 hari dengan

berat benda uji rata-rata 7,938 kg dan kuat tekan rata-rata 254,74 kg/cm<sup>2</sup>.

Gambar 2. Grafik Gabungan Kuat tekan Beton dan Slump Test Umur 14 Hari.



Sumber: Hasil Analisis, 2023

Berdasarkan pada Gambar 2. Grafik Gabungan Kuat tekan Beton dan *Slump Test* Umur 14 Hari. Beton optimal pada penelitian ini yaitu rata-rata *foam 15% super 1,5% fly 10%* umur 14 hari dengan kuat tekan rata-rata 254,74 kg/cm<sup>2</sup> dan slump test sebesar 13 cm.

**b. Slump Test, Berat isi, dan Kuat Tekan Beton Umur 21 Hari**

Tabel 4. *Slump Test* Untuk Beton Umur 21 Hari.

NAMA SAMPEL	UMUR (HARI)	NILAI SLUMP (cm)
ASLI/MURNI	21	8
FOAM 10 %	21	6
FOAM 15 %	21	7
FOAM 20 %	21	11
FOAM 0 % SUPER 1,5 %	21	9
FOAM 10 % SUPER 1,5 %	21	11
FOAM 15 % SUPER 1,5 %	21	10
FOAM 20 % SUPER 1,5 %	21	12
FOAM 0 % SUPER 1,5 % FLY 10 %	21	14
FOAM 10 % SUPER 1,5 % FLY 10 %	21	12
FOAM 15 % SUPER 1,5 % FLY 10 %	21	10
FOAM 20 % SUPER 1,5 % FLY 10 %	21	15

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Tabel 5. Berat Isi Beton Segar Untuk Beton Umur 21 Hari.

NAMA SAMPEL	UMUR (HARI)	BERAT ISI SEGAR + CONTAINER (kg)	BERAT CONTAINER (kg)	VOLUME CONTOH (m <sup>3</sup> )	BERAT ISI (D-E)/F (kg/m <sup>3</sup> )
B	C	D	E	F	G
ASLI/MURNI	14	8,450	1,650	0,003	2266,66
FOAM 10 %	14	8,390	1,650	0,003	2246,66
FOAM 15 %	14	8,250	1,650	0,003	2200
FOAM 20 %	14	7,900	1,650	0,003	2083,33
FOAM 0 %					
SUPER 1,5 %	14	8,400	1,650	0,003	2250
FOAM 10 %					
SUPER 1,5 %	14	8,460	1,650	0,003	2270
FOAM 15 %					
SUPER 1,5 %	14	8,080	1,650	0,003	2143,33
FOAM 20 %					
SUPER 1,5 %	14	8,350	1,650	0,003	2233,33
FOAM 0 %					
SUPER 1,5 %	14	8,880	1,650	0,003	2410
FLY 10 %					
FOAM 10 %					
SUPER 1,5 %	14	7,720	1,650	0,003	2023,33
FLY 10 %					
FOAM 15 %					
SUPER 1,5 %	14	8,500	1,650	0,003	2283,33
FLY 10 %					
FOAM 20 %					
SUPER 1,5 %	14	8,660	1,650	0,003	2336,66
FLY 10 %					

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Tabel 6. Rata-rata Berat Isi Beton Kering dan Rata-rata Kuat Tekan Beton Umur 21.

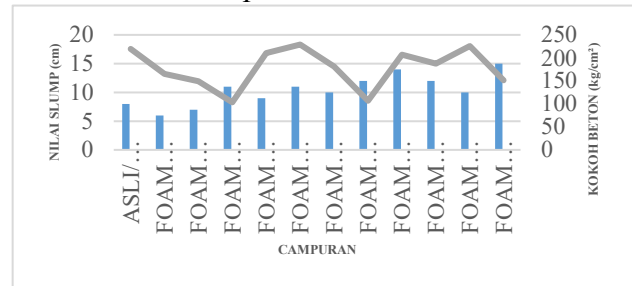
NAMA SAMPEL	RATA-RATA BERAT BENDA UJI (kg)	RATA-RATA KUAT TEKAN BETON 28 HARI (kg/cm <sup>2</sup> )
Asli/Murni	8,193	219,46
Foam 10%	7,938	165,42
Foam 15%	7,827	149,51
Foam 20%	7,367	103,39
Foam 0% super 1,5%	8,245	210,68
Foam 10% super 1,5%	8,165	229,04
Foam 15% super 1,5%	7,932	181,31
Foam 20% super 1,5%	7,738	106,56
Foam 0% super 1,5% fly 10 %	8,017	206,78
Foam 10% super 1,5% fly 10 %	7,938	187,70
<b>Foam 15% super 1,5% fly 10 %</b>	<b>7,850</b>	<b>225,87</b>
Foam 20% super 1,5% fly 10 %	7,816	151,11

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Berdasarkan pada tabel 4. mengacu pada tujuan penelitian ini yaitu mencari beton yang ringan namun kuat tekan tinggi. Sehingga beton

optimal pada penelitian ini yaitu rata-rata *foam 15% super 1,5% fly 10%* umur 21 hari dengan berat benda uji rata-rata 7,850 kg dan kuat tekan rata-rata 225,87 kg/cm<sup>2</sup>.

Gambar 3. Grafik Gabungan Kuat Tekan Beton dan Slump Test Umur 21 Hari.



Sumber: Hasil Analisis, 2023

Berdasarkan pada Gambar Grafik Gabungan Kuat tekan Beton dan Slump Test Umur 21 Hari. Beton optimal pada penelitian ini yaitu rata-rata *foam 15% super 1,5% fly 10%* umur 14 hari dengan kuat tekan rata-rata 225,87 kg/cm<sup>2</sup> dan *slump test* sebesar 10 cm.

#### IV. KESIMPULAN

##### a. Kesimpulan

Berdasarkan data dan analisa hasil dari pengujian dilaboratorium, dapat disimpulkan bahwa dengan menambahkan bahan campur berupa *foaming agent*, *superplasticize* (sikacim) dan *fly ash* dapat mempengaruhi kualitas dan mutu beton. Adapun pengaruh dari bahan campur tersebut terhadap beton mutu K 200 sebagai berikut :

1. Pada penelitian uji kuat tekan beton umur 14 hari dan 21 hari dengan beton mutu K200 menggunakan variasi bahan campur *foaming agent* dengan *presentase* 0%,10%, 15%, 20%, dengan hasil sebagai berikut:

- Beton umur 14 hari dengan *presentase foam* 0% (beton murni) didapat nilai rata-rata dari ketiga sampel sebesar 201,76 (kg/cm<sup>2</sup>), dan Beton umur 21 hari dengan *presentase foam* 0% (beton murni) didapat nilai rata-rata dari ketiga sampel sebesar 219,46 (kg/cm<sup>2</sup>).
- Beton umur 14 hari dengan *presentase foam* 10% didapat nilai rata-rata dari ketiga sampel sebesar 176,86 (kg/cm<sup>2</sup>), dan Beton umur 21 hari dengan *presentase foam* 10% didapat nilai rata-rata dari ketiga sampel sebesar 165,42 (kg/cm<sup>2</sup>).
- Beton umur 14 hari dengan *presentase foam* 15% didapat nilai rata-rata dari ketiga sampel sebesar 164,63 (kg/cm<sup>2</sup>), dan Beton umur 21 hari dengan *presentase foam* 15% didapat nilai rata-rata dari ketiga sampel sebesar 149,51 (kg/cm<sup>2</sup>).
- Beton umur 14 hari dengan *presentase foam* 20% didapat nilai rata-rata dari ketiga sampel sebesar 96,153 (kg/cm<sup>2</sup>), dan Beton umur 21 hari dengan *presentase foam* 20% didapat nilai rata-rata dari ketiga sampel sebesar 103,39 (kg/cm<sup>2</sup>).

Untuk hasil kuat tekan masing-masing sampel bahan campur *foam agent* dengan

*presentase* 0%,10%, 15%, 20% dapat dilihat pada tabel 4.29-4.31.

2. Pada penelitian uji kuat tekan beton umur 14 hari dan 21 hari dengan beton mutu K200 menggunakan variasi bahan campur dengan *presentase foam agent* 0%,10%,15%,20% dan *superplasticizer* 1,5%, dengan hasil sebagai berikut:
  - Beton umur 14 hari dengan *presentase foam* 0% dan *super* 1,5% didapat nilai rata-rata dari ketiga sampel sebesar 298,77 (kg/cm<sup>2</sup>), dan Beton umur 21 hari dengan *presentase foam* 0% dan *super* 1,5% didapat nilai rata-rata dari ketiga sampel sebesar 210,68 (kg/cm<sup>2</sup>).
  - Beton umur 14 hari dengan *presentase foam* 10% dan *super* 1,5% didapat nilai rata-rata dari ketiga sampel sebesar 187,15 (kg/cm<sup>2</sup>), dan Beton umur 21 hari dengan *presentase foam* 10% dan *super* 1,5% didapat nilai rata-rata dari ketiga sampel sebesar 229,04 (kg/cm<sup>2</sup>).
  - Beton umur 14 hari dengan *presentase foam* 15% dan *super* 1,5% didapat nilai rata-rata dari ketiga sampel sebesar 190,6 (kg/cm<sup>2</sup>), dan Beton umur 21 hari dengan *presentase foam* 15% dan *super* 1,5% didapat nilai rata-rata dari ketiga sampel sebesar 181,31 (kg/cm<sup>2</sup>).

- Beton umur 14 hari dengan *presentase foam* 20% dan *super* 1,5% didapat nilai rata-rata dari ketiga sampel sebesar 147,67 (kg/cm<sup>2</sup>), dan Beton umur 21 hari dengan *presentase foam* 20% dan *super* 1,5% didapat nilai rata-rata dari ketiga sampel sebesar 106,56 (kg/cm<sup>2</sup>).

Untuk hasil kuat tekan masing-masing sampel bahan campur dengan *presentase foam agent* 0%,10%, 15%, 20% dan *superlasticizer* (sikacim) 1,5% dapat dilihat pada tabel 4.32 dan tabel 4.33.

3. Pada penelitian uji kuat tekan beton umur 14 hari dan 21 hari dengan beton mutu K200 menggunakan variasi bahan campur dengan *presentase foam agent* 0%,10%, 15%, 20%, *superplasticizer* 1,5%, dan *fly ash* 10%, dengan hasil sebagai berikut:

- Beton umur 14 hari dengan *presentase foam* 0%, *super* 1,5%, dan *fly ash* 10% didapat nilai rata-rata dari ketiga sampel sebesar 254,13 (kg/cm<sup>2</sup>), dan Beton umur 21 hari dengan *presentase foam* 0%, *super* 1,5%, dan *fly ash* 10% didapat nilai rata-rata dari ketiga sampel sebesar 206,78 (kg/cm<sup>2</sup>).
- Beton umur 14 hari dengan *presentase foam* 10%, *super* 1,5%, dan *fly ash* 10% didapat nilai rata-rata dari ketiga sampel sebesar 171,305 (kg/cm<sup>2</sup>), dan Beton

umur 21 hari dengan *presentase foam* 10%, *super* 1,5%, dan *fly ash* 10% didapat nilai rata-rata dari ketiga sampel sebesar 187,70 (kg/cm<sup>2</sup>).

- Beton umur 14 hari dengan *presentase foam* 15%, *super* 1,5%, dan *fly ash* 10% didapat nilai rata-rata dari ketiga sampel sebesar 254,74 (kg/cm<sup>2</sup>), dan Beton umur 21 hari dengan *presentase foam* 15%, *super* 1,5%, dan *fly ash* 10% didapat nilai rata-rata dari ketiga sampel sebesar 225,87 (kg/cm<sup>2</sup>).
- Beton umur 14 hari dengan *presentase foam* 20%, *super* 1,5%, dan *fly ash* 10% didapat nilai rata-rata dari ketiga sampel sebesar 173,33 (kg/cm<sup>2</sup>), dan Beton umur 21 hari dengan *presentase foam* 20%, *super* 1,5%, dan *fly ash* 10% didapat nilai rata-rata dari ketiga sampel sebesar 151,11 (kg/cm<sup>2</sup>).

Untuk hasil kuat tekan masing-masing sampel bahan campur dengan *presentase foam agent* 0%,10%, 15%, 20%, *superlasticizer* (sikacim) 1,5% dan *fly ash* 10% dapat dilihat pada tabel 4.34 dan tabel 4.35.

4. Berdasarkan hasil dari penelitian dan mengacu pada tujuan penelitian ini yaitu mencari beton yang ringan namun kuat tekan tinggi. Sehingga beton optimal pada

penelitian ini yaitu rata-rata *foam 15% super 1,5% fly 10%* umur 14 hari dengan berat benda uji rata-rata 7,938 kg dan kuat tekan rata-rata 254,74 kg/cm<sup>2</sup> dengan nilai *slump* 13 cm dan rata-rata *foam 15% super 1,5% fly 10%* umur 21 hari dengan berat benda uji rata-rata 7,850 kg dan kuat tekan rata-rata 225,87 kg/cm<sup>2</sup> dengan nilai *slump* 10 cm.

b. Saran

1. Untuk penggunaan bahan campur foam agent diatas 10% terjadi penurunan kuat tekan yang sangat drastis dari beton asli/murni, tetapi pada berat sampel beton kering menjadi lebih ringan, sehingga untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengujian pada bahan foam agent dengan presentase dibawah 10% dan dilakukan pengurangan air untuk mendapat nilai slump yang diinginkan.

2. Dikarenakan penggunaan bahan campur foam agent membuat kuat tekan menurun secara drastis, sehingga dilakukan penambahan superplasticizer dengan presentase yang dipakai 1,5% dan dapat mengurangi air sebesar 15% (sesuai ketentuan superplasticizer merk sika yang dipakai). Pada campuran foam agent 10% dan superplasticizer 1,5% sudah mengalami kenaikan kuat tekan beton, sehingga untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengujian superplasticizer dari 1,5% sampai maksimal 2% dan dilakukan pengurangan air lagi untuk mendapatkan nilai slump yang diinginkan.

3. Untuk campuran foam agent dan superplasticizer sudah mengalami kenaikan kuat tekan beton, tetapi untuk mencapai kuat tekan yang optimal ditambahkan bahan fly ash sebesar 10% dari berat semen. Tetapi pada penelitian ini tidak dilakukan pengujian karakteristik dan kandungan zat-zat lain yang terkandung dibahan fly ash, sehingga pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengujian karakteristik bahan fly ash.

4. Dari hasil penelitian ini didapatkan beton optimal yaitu pada foam agent 15%, superplasticizer 1,5%, dan fly ash 10% pada umur 14 dan 21 hari, untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengujian pada umur 28 hari untuk mengetahui secara pasti apakah beton tersebut mengalami kenaikan atau penurunan kuat tekan dalam jangka panjang.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Asmono, A. (2023.). BAB III.
- Budirahardjo, S. (2016). *Petunjuk Praktikum Campuran Beton*. Jajaran Penerbit Universitas PGRI Semarang.
- Budirahardjo, S., Kristiawan, A., & Wardani, A. (2014). *Prosiding SNST ke-5 Tahun* (Issue 2).
- Hidayati, I., Abdi, F. N., & Widiastuti, M. (2022). *Jurnal Teknologi Sipil*. file:///C:/Users/asus/Downloads/9408-26861-1-SM%20(3).pdf