

ANALISIS PENAMBAHAN *FOAMING AGENT* PADA BATA INTERLOCK RINGAN DENGAN BAHAN PENGISI PASIR MERAPI

Danang Sulistyo¹, Dwi Sat Agus Yuwana², Muhammad Amin³

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar
Jl. Kapten Suparman 39 Potrobangsari, Magelang Utara, Magelang, Jawa
Tengah 56116

E-mail : danangsulistyo522@gmail.com¹, dwisatagu@untidar.ac.id²,
muhammadammin@untidar.ac.id³

ABSTRAK

Dalam perkembangan teknologi telah memunculkan inovasi-inovasi guna mengurangi bobot dari bata dan penggunaan semen yang digunakan pada bangunan. Seperti dengan membuat gelembung udara halus didalam pasta semen supaya setelah terjadi pengikatan terbentuk struktur selular yang menyerupai koral, sehingga bata tersebut menjadi ringan dan disebut *foam agent*. Maka dibuat bata *interlock* untuk mengurangi semen. Penelitian dimulai mencari referensi, pengajuan judul, pembuatan proposal dan uji komposisi. Selanjutnya melakukan pengujian kuat tekan, densitas dan daya serap air, dilanjutkan membuat analisis, hasil pembahasan dan kesimpulan dengan mengacu pada SNI 8640:2018 yang dilakukan di Laboratorium Struktur Universitas Tidar Magelang. Hubungan variasi penambahan *foaming agent* 0,1, 0,3, 0,5 dan 0,7 terhadap kuat tekan dengan penambahan *foaming agent* berpengaruh terhadap nilai kuat tekan dengan hasil 12.81 MPa, 3.44 MPa, 3.44 Mpa dan 3.85 Mpa. Nilai FAS berbanding terbalik dengan nilai densitas bata ringan, semakin tinggi nilai FAS nya semakin turun nilai densitas bata ringan dengan hasil 1418,402 kg/m³, 1517,535 kg/m³, 1619,965 kg/m³ dan 1332,118 kg/m³. Hasil dari nilai daya serap air terhadap variasi penambahan *foaming agent* berpengaruh pada hasil nilai daya serap air yaitu 0,15%, 1,18%, 0,06% dan 118%. Dari hasil kuat tekan, densitas dan daya serap air rata-rata masuk dalam bata non structural sesuai dengan syarat fisis bata ringan.

Kata kunci: Bata ringan *interlock*, Densitas dan Kuat Tekan

ABSTRACT

In the development of technology has led to innovations to reduce the weight of the brick and the use of cement used in buildings. Such as by making fine air bubbles in the cement paste so that after binding a cellular structure is formed that resembles coral, so that the brick becomes light and is called a foam agent. Then made interlock bricks to reduce cement.

The research started looking for references, submitting titles, making proposals and testing compositions. Further testing of compressive strength, density and water absorption, continued to make analysis, discussion results and conclusions with reference to SNI 8640:2018 which was carried out at the Structure Laboratory of Tidar University, Magelang.

The relationship of variations in the addition of foaming agent 0.3, 0.4, 0.5 and 0.7 to the compressive strength with the addition of foaming agent affects the compressive strength value with the results of 12.81 MPa, 3.44 MPa, 3.44 Mpa and 3.85 Mpa. The FAS value is inversely proportional to the light brick density value, the higher the FAS value the lower the light brick density value with the results of 1418,402 kg/m³, 1517,535 kg/m³, 1619,965 kg/m³ and 1332,118 kg/m³. From the results of compressive strength, density and water absorption, the average entry into non-structural bricks is in accordance with the physical requirements of lightweight bricks.

Keyword: *Interlock lightweight brick, Density and Compressive Strength*

PENDAHULUAN

Perkembangan di bidang konstruksi dewasa ini salah satunya ditandai dengan meningkatnya kualitas bahan bangunan dan munculnya bahan bangunan baru. Munculnya macam-macam bahan bangunan baru didorong oleh kebutuhan manusia akan bahan bangunan. Namun demikian, secara umum bahan bangunan, khususnya untuk pembangunan yang menggunakan bata ringan masih banyak menggunakan semen sehingga kurang efisien. Selain itu bata ringan yang selama ini diproduksi, mempunyai konstruksi untuk pengikatan antar bata dengan menggunakan semen. Kondisi ini menyebabkan relatif mahal biaya pembangunan sehingga memerlukan modifikasi bahan bangunan yang menghemat semen dan mempunyai daya rekat yang tinggi serta tahan terhadap tekanan. Daya rekat yang kuat dan ketahanan bata ringan terhadap tekanan yang memadai, tentunya bangunan akan semakin kokoh atau kuat. Oleh karena itu salah satu alternatif dalam memenuhi kebutuhan tersebut dengan membuat bata dengan sambungan *interlocking*, adalah material penyusun dinding yang mempunyai pengait untuk mengunci pergerakan akibat gaya *Interlock block* merupakan pengembangan dari batako dengan menambahkan lips pada sisi-sisi tertentu sebagai pengunci. *Interlock block* telah dikembangkan dan banyak digunakan di luar negeri. Di Amerika dan Kanada dikenal beberapa jenis *interlock block*, diantaranya CMUs, *Haener Block* yang dirancang sebagai *mortarless interlock block*. Kemudian Verot Oaks Building Blocks, Inc. (VOBB), *interlock block* berbentuk segi empat berukuran enam kali enam inchi yang disusun membentuk grid.

pasangan dinding batako *interlock*. Hasil pengujian yang dilakukan pada batako *interlock* individu didapatkan mutu batako *single interlock* adalah 4,983Mpa dan batako *double interlock* yaitu 9,872Mpa. Hasil pengujian kuat lentur rata-rata untuk ketiga benda uji pasangan dinding batako *interlock* adalah 0,845Mpa. Hasil pengujian tersebut dibandingkan dengan hasil perhitungan teoritis untuk pengujian kuat lentur pasangan dinding batako *interlock* yang didapatkan sebesar 2,128Mpa, Selain itu hasil pengujian kuat lentur pasangan dinding batako *interlock* juga dibandingkan dengan penelitian terdahulu yakni dinding bata merah dan dinding batako biasa. Dimana kuat lentur rata-rata dinding bata merah sebesar 0,38Mpa, sedangkan untuk kuat lentur rata-rata dinding batako biasa sebesar

B. Landasan Teori

1. Bahan-bahan penyusun bata ringan *interlock*

a. Semen

Bahan pengikat yang biasanya digunakan adalah bahan pengikat dari jenis semen portland. Semen dapat digolongkan menjadi dua kelompok, yaitu:

- 1) Semen non-hidrolik, yaitu semen yang tidak dapat mengeras dan mengikat di dalam air, akan tetapi dapat mengeras di udara. Contoh utama dari semen non hidrolik adalah kapur;
- 2) Semen hidrolik, yaitu semen yang mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras di dalam air (Tjokrodinuljo, 1996).

b. Agregat halus/pasir

Menurut SNI 03-6820-2002, agregat halus/pasir adalah agregat dengan besar butir maksimum 4,76 mm berasal dari alam atau hasil olahan. Agregat halus alam adalah agregat halus hasil disintegrasi dari batuan. Agregat halus olahan adalah agregat halus yang dihasilkan dari pemecahan dan pemisahan butiran dengan cara penyaringan atau cara lainnya dari batuan.

c. Air

Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dapat dipadatkan ditunjukkan dalam bentuk nilai fas yaitu sebesar 0,5

d. Foam Agent

Foam agent adalah suatu bahan yang terbuat dari larutan pekat dari bahan surfaktan, dimana apabila hendak digunakan harus dilarutkan dengan air. Salah satu bahan yang mengandung surfaktan adalah Detergent. *Foam agent* merupakan bahan kimia campuran yang berasal dari campuran bahan alami maupun bahan buatan. *Foam agent* dengan bahan alami berupa protein memiliki kepadatan 80 gram/liter, sedangkan bahan buatan berupa bahan sintetik yang memiliki kepadatan 40 gram/liter. *Foam agent* dapat dibuat dengan mencampurkan bahan-bahan kimia yang sifatnya sebagai pengembang, sama halnya seperti bahan kimia pembuat sabun busa pada sabun (Siagian, 2016). Pada penelitian ini *foaming agent* yang dibutuhkan ditunjukkan dalam persentase sebesar 0,1;0,3;0,5;0,7

2. Uji gradasi agregat

Agregat yang butir-butirnya lebih besar dari 4,8 mm disebut agregat besar, dan agregat yang butirnya lebih kecil dari 4,8 mm disebut dengan agregat halus. Agregat harus mempunyai bentuk yang baik (bulat atau mendekati kubus), bersih, keras, kuat, dan gradasinya baik. Pada pembuatan batako, yang digunakan hanya agregat halus, maka gradasi harus lebih kecil dari 4,8 mm. Untuk mengetahui agregat halus memenuhi syarat atau tidak, perlu diketahui batasan gradasi dan agregat halus yang diperbolehkan oleh SNI 03-2834-2000

3. Uji kadar air agregat

Kadar air agregat adalah besarnya perbandingan antara berat air yang dikandung agregat dengan agregat dalam keadaan kering, dinyatakan dalam persen. Metode pengujian kadar air agregat telah diatur dalam SNI 03-1971-1990. Kadar air agregat halus yang ideal adalah kadar air yang berkisar 1%-2%. Uji kadar air pada agregat dihitung dengan rumus yang ditunjukkan pada 2.1:

$$\text{Kadar air agregat} = \frac{W_3 - W_4}{W_4} \times 100\%$$

2.1)

Keterangan:

W_4 = berat benda uji kering oven (gram);

W_3 = berat benda uji jenuh kering permukaan (gram)

4. Uji berat jenis agregat

Berat jenis agregat adalah rasio antara massa padat agregat dan massa air dengan volume sama pada suhu yang sama. Menurut revisi SNI 03-1737-1989 berat jenis ideal agregat halus adalah sebesar 2,5-2,7. Berat jenis agregat dapat dihitung dengan rumus yang ditunjukkan pada 2.2:

$$\text{Berat jenis agregat} = \frac{W_{bj2} - W_{bj1}}{(W_{bj2} - W_{bj1}) - (W_{bj3} - W_{bj4})}$$

Keterangan:

W_{bj1} = berat piknometer kosong (gram);

W_{bj2} = berat piknometer + agregat (gram);

W_{bj3} = berat piknometer + agregat + air (gram);

W_{bj4} = berat piknometer + air (gram).

5. Uji berat satuan agregat

Pemeriksaan berat satuan agregat dilakukan untuk mengetahui berat komposisi agregat yang akan dibutuhkan. Uji berat satuan agregat telah diatur pada SNI 03-4804-1998 tentang metode pengujian bobot isi dan rongga udara dalam agregat. Berat satuan ideal agregat berkisar 1,20-1,60 (Tjokrodinuljo, 1996). Rumus menentukan berat satuan agregat dengan rumus yang ditunjukkan pada 2.3:

$$\text{Berat satuan agregat} = \frac{W_2 - W_1}{V}$$

Keterangan:

W_1 = Berat bejana (gram);

W_2 = Berat bejana+benda uji (gram);

V = Volume bejana (cm^3).

6. Uji kadar lumpur agregat

Pemeriksaan kadar lumpur adalah untuk menentukan persentase kadar lumpur pada suatu agregat. Berdasar SK SNI S-04-1989-F, kandungan lumpur harus kurang dari 5% untuk digunakan sebagai bahan susun bata. Terdapat dua cara pengujian kadar lumpur yaitu pengujian berdasar volume dan berdasarkan berat. Pada penelitian ini pengujian kadar lumpur dilakukan berdasar berat, dengan rumus kadar lumpur agregat dengan rumus yang ditunjukkan pada 2.4:

$$\text{Kadar lumpur agregat} = \frac{W_{4A} - W_{4B}}{W_{4A}} \times 100\%$$

Keterangan:

W_{4A} = Berat agregat kering masih mengandung lumpur (gram);

W_{4B} = Berat agregat kering bersih dari lumpur (gram).

7. Uji kuat tekan bata

Berdasarkan SNI 03-1974-1990, pengujian kuat tekan dapat dilaksanakan pada umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Klasifikasi mutu beton melalui kuat tekan dapat dilihat pada Tabel 2.1. Rumus yang dipakai untuk meninjau mutu bata dapat dihitung dengan rumus yang ditunjukkan pada 2.5:

$$\sigma_{ds} = \frac{P}{A}$$

Keterangan:

σ_{ds} = Kuat tekan (kg/cm^2);

P = Beban tekan saat hancur (kg);

A = Luas benda uji (cm^2).

8. Uji penyerapan air bata

Menurut SNI 03-0349-1989, penyerapan air pada bata tidak boleh melebihi 25% untuk bata tipe I, dan untuk tipe bata II-IV tidak boleh melebihi 35%. Untuk menentukan besarnya penyerapan air pada bata dapat dilihat pada rumus yang ditunjukkan pada 2.6:

Penyerapan air batako

$$\frac{W_3 - W_4}{W_4} \times 100\%$$

Keterangan:

W_3 = Berat benda uji basah (gram);

W_4 = Berat benda uji kering tungku (gram).

9. Analisis

Dalam penelitian ini, untuk menghitung berat isi dari bata digunakan persamaan yang ditunjukkan pada 2.7:

Keterangan:

w = Berat isi (kg/m^3)

W = Berat benda uji (kg)

V = Volume benda uji (m)

$$W = \frac{W}{V}$$

Mengingat pengujian dilakukan terhadap berbagai tekanan, maka akan dianalisis juga

secara statistik dengan metode trend. Trend atau kecenderungan yaitu gejala gerakan jangka panjang sebagai gerak waktu yang bisa naik dan bisa turun. Trend adalah garis kecenderungan data. Persamaan garis Trend bisa berupa garis lurus ataupun garis yang melengkung. Trend yang berupa garis lurus disebut trend yang linier dengan persamaan yang ditunjukkan pada 2.8:

$$Y_t = a + b t$$

C. Metode penelitian

1. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan mortar dan material bata interlock ringan dilakukan untuk mengetahui kuat tekan maksimum benda uji. Pengujian dilakukan pada benda uji dengan menggunakan FTM (*Flexurel Testing Machine*). Benda uji mortar telah melalui proses perawatan selama 7 hari dengan cara direndam dalam air, sedangkan benda uji silinder diambil dari bata interlock ringan yang telah berumur 28 hari dengan cara core drill. Kemudian benda uji dibiarkan kering sebelum diuji kuat tekannya.

2. Pengujian interlocking bata interlock ringan

Pengujian interlocking dilakukan untuk mengetahui kekuatan kaitan (*interlocking*) pada pemasangan bata interlock ringan akibat penambahan beban. Sampel yang diuji telah melalui proses perawatan selama 28 hari dengan cara disimpan di tempat yang teduh dan terlindungi dari sinar matahari langsung. Kemudian benda uji didiamkan hingga mengering sebelum dilakukan pengujian interlocking. Pada pengujian interlocking ini dilakukan pada dua jenis pembebanan, yaitu tegak lurus benda uji (*out of plane*) dan sejajar benda uji (*in plane*). Hasil dari pengujian interlocking yaitu untuk mengetahui beban maksimal yang mampu ditahan bata pada bagian kaitnya (*interlocking*).

3. Analisis

Analisis data adalah kegiatan untuk mengubah data hasil penelitian menjadi informasi yang dapat digunakan untuk mengambil kesimpulan dalam suatu penelitian. Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah anova (*analysis of variance*). Jenis metode anova yang digunakan pada penelitian anova satu arah (*anova single factor*). Metode ini digunakan pada kelompok yang berasal dari sampel yang berbeda pada setiap kelompok. Pengambilan kesimpulan pada anova satu arah (*anova single factor*) menggunakan kriteria Fhitung dan Ftabel, dimana nilai Fhitung akan lebih besar dari nilai Ftabel atau nilai Fhitung akan lebih kecil dari nilai Ftabel. Hasil perbandingan antara Fhitung dan Ftabel tersebut dapat digunakan sebagai acuan dalam pengambilan keputusan, menolak hipotesis ataupun menerima hipotesis. Hipotesis yang

dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Fhitung < Ftabel, maka Ho (ditolak) dan Ha (diterima), tidak ada pengaruh terhadap bata ringan *interlock*.
- Fhitung > Ftabel, maka Ho (diterima) dan Ha (ditolak), ada pengaruh terhadap bata ringan *interlock*.

4. Pengujian kuat tekan bata interlock ringan

Berdasarkan lampiran A (*SNI 1974:2011 Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*, 2011, p. 19), Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder, dengan konversi untuk diameter silinder sebagai berikut:

Diameter mm	Tinggi mm	Faktor Koreksi
50	100	1.09
75	150	1.06
100	200	1.04
125	250	1.02
150	300	1.00
175	350	0.98
200	400	0.96
250	500	0.93
300	600	0.91

Syarat-syarat Fisis Bata Beton

No	Syarat Fisis	Satuan	Tingkat mutu bata beton pejal			
			I	II	III	IV
1	Kuat tekan bruto rata-rata min.	kg/cm ²	100	70	40	25
2	Kuat tekan bruto masing-masing benda uji min.	kg/cm ²	90	65	65	21
3	Penyerapan air rata-rata.	%	25	35	-	-

5. Pengujian berat jenis isi bata interlock ringan

Pengujian berat isi dilakukan pada saat beton bata sudah dalam keadaan keras yaitu pada saat bata sudah berumur 28 hari. Untuk menghitung berat isi dari bata digunakan persamaan yang ditunjukkan pada 3.1:

Keterangan :

w = Berat isi (kg/m³)

W = Berat benda uji (kg)

V = Volume benda uji (m³)

Kuat Tekan dan Berat Jenisnya [4] Jenis

Beton ringan	Berat jenis (kg/m ³)	Kuat tekan (MPa)
Beton ringan struktural (<i>structural lightweight concretes</i>)	1400-1800	>17

Beton ringan untuk pasangan Batu (<i>masonry concretes</i>)	500-800	6,9 – 17,3
Beton ringan penahan panas (<i>insulating concretes</i>)	< 800	0,7 – 7

Sumber: (A.M & Brooks, 1987)

D. Hasil Penelitian

1. Hasil Pengujian Berat Satuan Agregat Halus

Berat Satuan Kondisi Gembur		
Pengujian	Notasi	Hasil
Berat Bejana	B1	11,130 kg
Berat Bejana + Pasir	B2	19,045 kg
Volume Bejana	V	0,0053 m ³
Berat Satuan	$\frac{B2 - B1}{V}$	1489 kg/m ³
Berat Satuan Kondisi Padat		
Pengujian	Notasi	Hasil
Berat Bejana	B1	11,130 kg
Berat Bejana + Pasir	B2	20,370 kg
Berat Satuan	$\frac{B2 - B1}{V}$	1743 kg/m ³

Hasil dari Hasil dari pengujian menunjukkan berat satuan pasir pada kondisi gembur sebesar 1489 kg/m³.

2. Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus(Pasir)

Pengujian	Notasi	BU I	BU II	Satuan
Berat benda uji kondisi SSD	s	500	500	Gram
Berat benda uji kering oven	a	495,3	492,8	Gram
Berat piknometer + berisi air	b	703,7	703,7	Gram
Berat piknometer + benda uji + air	c	1017,1	1001,1	Gram
Pengujian	Notasi	I	I I	Rata-rata
Berat jenis kering	$\frac{a}{(b + s - c)}$	2,654 gr	2,432 gr	2,543 gr
Berat jenis SSD	$\frac{s}{(b + s - c)}$	2,680 gr	2,468 gr	2,574 gr
Berat jenis semu	$\frac{a}{(b + a - c)}$	2,723 gr	2,522 gr	2,622 gr
Penyerapan air	$\frac{(s - a)}{a} \times 100$	0,949%	1,461%	1,205%

Hasil dari pengujian menunjukkan berat jenis curah kering dari 2 benda uji masing-masing

memiliki berat jenis sebesar 2,654 gr, dan 2,432 gr dengan hasil rata-rata 2,543 gr. Hasil pengujian berat jenis curah jenuh kering permukaan dari 2 benda uji masing-masing memiliki berat jenis sebesar 2,680 gr, dan 2,468 gr dengan hasil rata-rata 2,574 gr. Hasil pengujian berat jenis semu dari 2 benda uji masing-masing memiliki berat jenis sebesar 2,723 gr, dan 2,522 gr dengan hasil rata-rata 2,622 gr. Hasil pengujian penyerapan air dari 2 benda uji masing-masing memiliki penyerapan air sebesar 0,949 %, dan 1,461 % dengan hasil rata-rata 1,205 %. Menurut SK.SNI.T-15-1990:1, agregat halus yang digunakan pada penelitian ini adalah agregat normal, di mana berat jenis SSD agregat normal adalah 2,5- 2,7.

3. Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus(Pasir)

Keterangan	Notasi	I	II
Berat pasir kering oven (gram)	Ba	500	500
Berat pasir kering oven setelah dicuci(gram)	Bb	483,2	485,4
Kadar lumpur dalam pasir(%)	$\frac{Ba - Bb}{Ba} \times 100\%$	3,36	2,92
Rata-rata(%)		3,14	

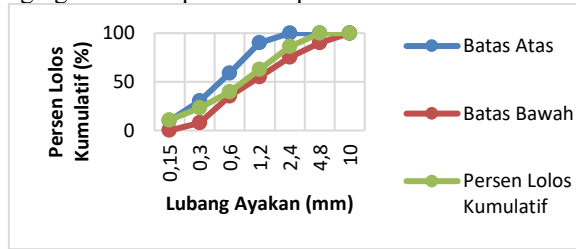
Hasil dari pengujian menunjukkan nilai kandungan lumpur dalam agregat halus adalah 3,14%. Menurut Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia 1982 (PUBI-1982), kandungan lumpur dalam agregat halus maksimal adalah 5%, sehingga agregat tidak perlu dicuci untuk digunakan pada pembuatan campuran beton.

4. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
9.5	0	0.00%	0.00%	100.00%
4.75	1.2	0.12%	0.12%	99.88%
2.36	133.9	13.40%	13.52%	86.48%
1.18	237.3	23.75%	37.27%	62.73%
0.6	230.4	23.06%	60.33%	39.67%
0.3	166.8	16.69%	77.02%	22.98%
0.15	122	12.21%	89.23%	10.77%
Pan	107.6	10.77%	100.00%	0.00%
Jumlah	999.2	100.00%	277.49%	
Mhb				2.77

Berdasarkan hasil nilai modulus halus, nilai tersebut telah memenuhi persyaratan agregat pasir sebesar 1,5-3,8. Hasil dari pengujian yang dilakukan menunjukkan gradasi ukuran butir agregat halus adalah Zona 2 yang merupakan

pasir agak kasar. Grafik hubungan antara persentase lolos kumulatif dan batas gradasi agregat halus dapat dilihat pada Gambar 4.1.



5. Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus (Pasir)

Pengujian	Notasi	I	II	Satuan
Berat talem	W1	86,8	1801,6	gram
Berat talem dan benda uji	W2	1086,8	2801,6	gram
Berat talem dan benda uji kering oven	W4	1071,5	2788,1	gram
Pengujian	Notasi	I	I	Rata-rata
Berat benda uji	W3 = W2 – W1	1000	1000	
Berat benda uji kering oven	W5 = W4 – W1	984,7	986,5	
Kadar air	$\frac{(W3 - W5)}{W3} \times 100$	1,553%	1,368%	1,460%

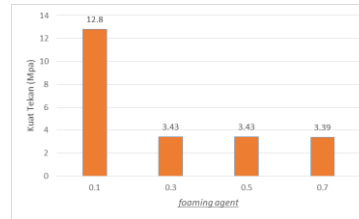
Hasil dari pengujian pada Tabel 4.5 menunjukkan kadar air dari 2 benda uji masing-masing memiliki kadar air sebesar 1,553% , dan 1,368 % dengan hasil rata-rata 1,46 %.

6. Hasil Pengujian Kuat Tekan

No	Benda Uji	Umur (hari)	Gaya tekan (kN)	Kuat Tekan Silinder (MPa)	Perkiraan Kuat Tekan Silinder umur 28 hari (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
1	F-A-01-1	21	243.88	13.81	14.53	12.81
2	F-A-01-2	21	163.2	9.24	9.73	
3	F-A-01-3	21	237.35	13.44	14.15	
4	F-A-03-1	21	69.96	3.96	4.17	3.44
5	F-A-03-2	21	42.82	2.42	2.55	
6	F-A-03-3	21	60.13	3.40	3.58	
7	F-A-05-1	21	64.88	3.87	7.34	3.44
8	F-A-05-2	21	62.02	3.70	7.78	
9	F-A-05-2	21	45.85	2.73	9.17	
10	F-A-07-1	21	56.97	3.23	3.40	3.39
11	F-A-07-2	21	51.03	2.89	3.04	
11	F-A-07-2	21	51.03	2.89	3.04	

12	F-A-07-3	21	62.6	3.54	3.73	
----	----------	----	------	------	------	--

Pengujian kuat tekan setiap variasi terdiri dari 3 sampel. Hasil pengujian kuat tekan rata-rata variasi penambahan *foaming agent* 0,1 *foaming agent* 0,3 *foaming agent* 0,5 dan *foaming agent* 0.7 masing-masing sebesar 12,81 MPa, 3,44 MPa, 3,44 MPa, dan 3,39 MPa. Grafik hasil pengujian kuat tekan dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 1 . Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan

Hasil dari pengujian kuat tekan yang telah dihitung kemudian dilakukan pengujian statistik menggunakan metode *anova single factor* . Berdasarkan hasil pengujian analisis factor, didapatkan nilai F hitung (31.872) lebih kecil dari nilai *Fcrit* (4.06618). Sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan *foaming agent* berpengaruh terhadap kuat tekan.

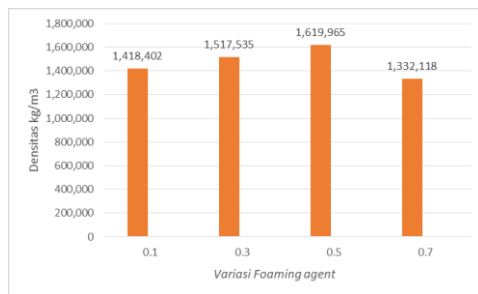
4.1.7 Hasil Pengujian Densitas

Pengujian densitas bata *interlock* ringan dilakukan di Laboratorium Struktur Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar, Magelang. Pengujian densitas dilakukan untuk mengetahui besarnya berat jenis pada benda uji bata *interlock* ringan. Benda uji yang digunakan dalam pengujian ini berjumlah 12 benda uji. Perhitungan densitas dapat dilihat pada Lampiran 7. Hasil pengujian densitas yaitu

No	Benda Uji	Umur (hari)	Gaya tekan (kN)	Kuat Tekan Silinder (MPa)	Perkiraan Kuat Tekan Silinder umur 28 hari (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
1	F-A-01-1	21	243.88	13.81	14.53	12.81
2	F-A-01-2	21	163.2	9.24	9.73	
3	F-A-01-3	21	237.35	13.44	14.15	
4	F-A-03-1	21	69.96	3.96	4.17	3.44
5	F-A-03-2	21	42.82	2.42	2.55	
6	F-A-03-3	21	60.13	3.40	3.58	
7	F-A-05-1	21	64.88	3.87	7.34	3.44
8	F-A-05-2	21	62.02	3.70	7.78	
9	F-A-05-2	21	45.85	2.73	9.17	
10	F-A-07-1	21	56.97	3.23	3.40	3.39
11	F-A-07-2	21	51.03	2.89	3.04	
12	F-A-07-3	21	62.6	3.54	3.73	

Pengujian densitas setiap variasi terdiri dari 3 sampel. Hasil pengujian daya serap air rata-rata variasi *foaming agent* 0,1, *foaming agent* 0,3, *foaming agent* 0,5 dan *foaming agent* 0,7, masing-masing sebesar 1418.402 kg/m³, 1517.535 kg/m³,

1619.965 kg/m³, dan 1332.118 kg/m³. Grafik hasil pengujian densitas dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4. 2 Grafik Hasil Pengujian Densitas

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.11 didapatkan nilai F hitung (23.001356) lebih besar dari nilai F_{crit} (4.066). Sehingga dapat disimpulkan bahwa diameter butiran berpengaruh terhadap densitas.

E. Penutup

7. Kesimpulan

1. Cara untuk mendapatkan nilai penambahan *foaming agent* yang optimum dalam pembuatan bata interlock ringan dengan bahan pengisi pasir Merapi, yaitu air digunakan air yang tidak berminyak. Air yang berminyak tidak mampu menikat antar butiran semen dan pasir yang menjadi bsar dasar dalam pembuatan bata interlocking. Tidak adanya butiran-butiran semen, maka antara semen dan pasir serta *foaming agent* menjadi tidak menyatu sehingga mengakibatkan bata interlocking yang ada tidak mempunyai pengikatan. Waktu pengikatan yang diperlukan waktu 15 menit. Mengetahui presentase optimal penambahan *foaming agent* terhadap kuat tekan dan penyerapan air pada bata interlock ringan dengan bahan pengisi pasir merapi.
2. Presentase optimal penambahan *foaming agent* terhadap kuat tekan dan penyerapan air pada bata interlock ringan dengan bahan pengisi pasir merapi sebesar 0,098kg. *Foaming agent* dimaksudkan sebagai bahan tambah/ substitusi dari agregat halus (pasir) untuk membuat bata menjadi lebih ringan.
3. Bata interlock dengan penambahan persentase *foam agent* sebesar 20% dan 30% yang dikeringkan memiliki nilai kuat tekan yang dihasilkan lebih baik. Bata dengan penambahan persentase *foam agent* sebesar 20% dapat dikategorikan sebagai bata dengan kelas mutu bata kurang. Sedangkan penambahan persentase *foam agent* sebesar 30% dapat

dikategorikan sebagai bata yang lebih baik. Jika dilihat dalam SNI 03-0349-1989, maka bata dengan penambahan *foam agent* 30% termasuk yang memenuhi standar SNI 03-0349-1989

8. Saran

- a. Dapat dilakukan penelitian sejenis dengan menggunakan bahan pengisi yang berbeda agar mendapatkan hasil bata interlock ringan yang lebih baik.
- b. Penelitian selanjutnya diharapkan dalam membuat busa *foam* bisa menggunakan alat otomatis guna menghindari penyusutan busa *foam*.
- c. Penelitian selanjutnya untuk perencanaan mix design sebaiknya berat jenis rencana ditentukan terlebih dahulu

DAFTAR PUSTAKA

- Diarto, dkk, jurnal. pengembangan batako sistem interlocking untuk bangunan tahan gempa. (2-11)
- Ika, dkk, 2018. Analisis Bata Iinterlocking sebagai alternatif bahan pelindung tebingungai yang ramah lingkungan, fakultas teknik. ()
- Kafrain, jurnal. Dinding bata Iinterlock Pulutan Fakultas Teknik, universitas Katolik De La salle, manado.
- Novriadi, Ilham, 2019, *Pengujian Pasangan Dinding Batako Interlock Akibat Gaya Out-Plane*. Jurnal. Universitas Brawijaya.
- Sugianto, dkk, 2007. Studi pembuata batu bata interlocking, Tugas akhir, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Wijaya Kusuma, Surabaya.
- Soeharto, dkk, 2006, manajemen proyek dari konseptual sampai oprasional, Erlangga, jakartsa.
- Badan Standar Nasional, 2004, (SNI 150302:2004): Semen Portland Pozolan, Jakarta.
- Badan Standar Nasional, 1989, (SNI.03-03491989): Bata ringan jenis Cellularr Lightweight Concrete (CLC)

