

PENGARUH PENAMBAHAN *FOAM AGENT* TERHADAP *DENSITY*, *DAYA SERAP AIR* DAN *KUAT TEKAN MORTAR*

Toni Budi Santoso¹, M.Febriyani Miftah²

^{1,2} Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Bojonegoro

Email *corresponding author*: prawoto.poni@gmail.com

Info Artikel

Diajukan :11/03/2023
Direview: 05/07/2023
Dipublikasi: 17/08/2023

Abstrak

Penelitian ini menggunakan foam agent yaitu suatu jenis bahan kimia yang bila dicampur dengan air akan menghasilkan busa yang stabil dan dapat menghasilkan mortar yang lebih ringan. Mortar ringan banyak dipilih dalam pekerjaan konstruksi karena ringan membuatnya mudah digunakan. Keunggulan mortar ringan ini secara signifikan dapat mengurangi bobot bangunan. Penelitian penambahan foam agent pada mortar bertujuan untuk mengetahui pengaruh yang ditimbulkan oleh foam agent dengan campuran terhadap kuat tekan, berat jenis, dan penyerapan air pada mortar. Material yang digunakan untuk campuran mortar adalah semen PC tipe 1, pasir lolos saringan 40 dan busa dari campuran air dan foam agent. Variasi penambahan busa 0%, 10%, 25%, dan 50%. Pengaruh penambahan foam agent terhadap kuat tekan semakin menurun. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 14 hari dan 28 hari. Hasil kuat tekan pada umur 14 hari untuk setiap variasi rata-rata 11,517 MPa, 11 MPa, 2,908 MPa dan 1,139 MPa. Rata-rata kuat tekan umur 28 hari adalah 14,918 MPa, 10,995 MPa, 6,667 MPa dan 1,552 MPa.

Kata Kunci : Foam Agent, Density, Penyerapan Air, Kuat Tekan, Mortar

Abstract

In this study, a foaming agent was used, which is a type of chemical that when mixed with water will produce a stable foam and can produce mortar lighter. Light mortars are widely chosen in construction work because lightweight making them easy to use. Superiority in this lightweight mortar can significantly reduce the weight of the building. Research on adding foam agents to mortar aims to determine the effect caused by the application of foam agents with various mixtures on testing compressive strength, density, and water absorption in mortar. The material used for the mortar mix is PC type 1 cement, retained sand is sieved 40, and foam is produced from a mixture of water and foam agent. Variations in the addition of foam in each mixture were 0%, 10%, 25%, and 50%. The effect of adding foam agent to the compressive strength is decreasing. Strong compression at the age of 14 days, and 28 days, the average produced by the addition of foam each variation produces compressive strength at the age of 14 days an average of 11.517 Mpa, 11 Mpa, 2.908 Mpa, and 1.139 Mpa, and the average age of 28 is 14.918 MPa, 10.995 MPa, 6.667 MPa, and 1.552 MPa.

Keyword : Foam Agent, Density, Water Absorption, Compressive Strength, Mortar

PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk di Indonesia begitu pesat diimbangi dengan pembangunan dalam bidang teknik sipil mengalami perkembangan yang semakin cepat (Suprpto et al., 2022). Untuk memenuhi kebutuhan material dalam bidang pembangunan dan mortar sebagai salah satu bahan yang diminati dalam pembangunan konstruksi perlu mendapatkan perhatian besar dalam bidang konstruksi (Purnama & Ekaputri, 2021). Hal tersebut dikarenakan banyak kelebihan dalam penggunaan mortar yaitu kuat tekan yang dihasilkan tinggi, tahan terhadap cuaca dan api serta bentuknya dapat disesuaikan keinginan. Penelitian mengenai mortar telah banyak dilakukan oleh peneliti dimasa lampau seperti Bella (2017), Eban (2018), Husin (2008), Taufik (2017) dan lain-

lain (Bella et al., 2017; Husin & Setiadji, 2008; Taufik et al., 2017).

Pada umumnya mortar adalah kombinasi material air, semen, agregat halus dengan bahan material tambahan lainnya (Ricciotti et al., 2020). Sedangkan mortar *foam concrete* adalah campuran antara semen, air, agregat halus dengan bahan tambah tertentu, termasuk untuk menciptakan gelembung gas atau udara dalam campuran semen sehingga terjadi banyak rongga udara didalam mortar (Pah et al., 2020). Dengan penambahan *foam agent*, rongga akan terbentuk karena reaksi kimia kalsium hidroksida yang terkandung dalam pasir akan bereaksi membentuk gas hidrogen. Gas hidrogen tersebut akan membentuk gelembung - gelembung udara dalam campuran mortar, sehingga volumenya akan menjadi lebih besar dari

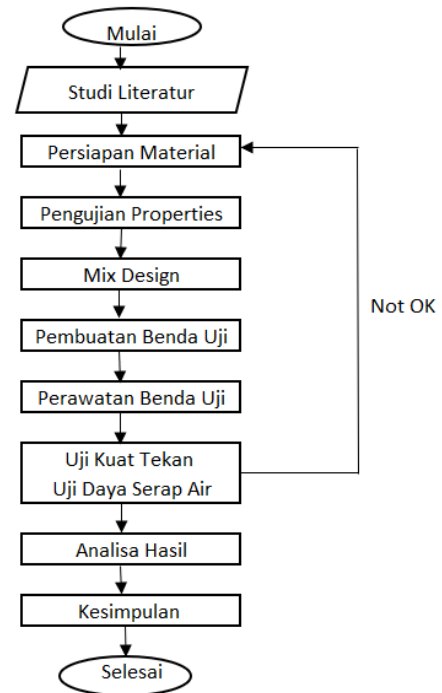
volume aslinya. Diakhir pengembangan, hidrogen yang terbentuk tadi akan terlepas ke atmosfer dan akan digantikan oleh udara. Karena pembentukan rongga dalam campuran mortar, maka berat jenis dari mortar tersebut akan lebih kecil dari semula. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kekuatan mortar yaitu komposisi campuran mortar, tahap persiapan, perawatan, dan kondisi dimana pengujian dilakukan. Setiap jenis campuran mortar memiliki berbagai sifat yang dipengaruhi oleh beberapa faktor alami yang tidak dapat dihindari, namun dengan mengetahui sifat-sifat bahan baku tersebut maka dapat diketahui kebutuhan mortar dari masing-masing jenis bahan baku dan beberapa kekuatan yang dicapainya.

Penggunaan dalam jumlah besar dan harga material penyusun yang mahal menyebabkan pengerjaan pada konstruksi mengalami kendala dan bisa menyebabkan keterlambatan terutama dalam pelaksanaan. Penggunaan material alternatif adalah solusi dalam penyelesaian masalah dalam hal material (Firjatullah et al., 2022). Penambahan material *foam agent* menjadi salah satu alternatif untuk mengurangi biaya konstruksi sebagai material ringan. *Foam agent* merupakan cairan bahan baku pembuat busa yang berkualitas tinggi untuk campuran mortar agent. Untuk mempercepat pengeringan dan pengerasan secara sempurna bisa ditambahkan *additive foam agent* 2% - 3% yang dapat menghasilkan mortar *foam* lebih kuat. *Foam agent* berperan sebagai pengembang mortar sehingga berat jenis pada mortar akan berkurang meskipun dengan volume yang sama (Triwulan, Ekaputri, Andik, et al., 2015). Mortar dengan campuran *foam agent* bisa mengurangi berat konstruksi pada pondasi dan memperkecil kerusakan disaat terjadi gempa dan juga mengurangi biaya konstruksi (Triwulan, Ekaputri, & Huda, 2015).

Penelitian Febrianto (2014) menjelaskan penggunaan pasir Bangka dan pasir Baturaja dengan menggunakan bahan tambahan *foam agent* dan *silica fume* dapat dijadikan sebagai material tambahan penyusun mortar (Malau, 2014). Dengan komposisi *silica fume* maka akan dihasilkan mortar dengan kadar air lebih kecil, kemudian mortar dengan penambahan *silica fume* dapat meningkatkan berat jenis dan kuat tekan. Hal tersebut yang mendasari penelitian ini untuk memanfaatkan material *foam agent* dengan menggunakan agregat halus didaerah sekitar peneliti. Agregat halus berupa pasir tersebut diambil dari dari sungai Bengawan Solo Kota Bojonegoro.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium yang dilakukan di Laboratorium Bahan dan Struktur Universitas Bojonegoro. Alur penelitian tergambar pada bagan alur **Gambar 1**.



Gambar 1. Bagan Alur Penelitian

Mortar busa pada penelitian ini menggunakan bahan dasar yang terdiri dari semen, agregat halus, air dan *foam agent*. Semen merupakan bahan yang mempunyai sifat *adhesive* dan *kohesi*. *Adhesive* adalah gaya tarik menarik antar molekul yang tidak sejenis, dan *kohesif* adalah gaya tarik menarik antara molekul sejenis dan keduanya memiliki sifat pengikat (Mulyono, 2003). Jika ditambah air, semen akan menjadi pasta semen, jika ditambah agregat halus pasta semen akan menjadi mortar, jika ditambah agregat kasar maka akan menjadi beton. Untuk penelitian ini digunakan pasta semen PCC tipe 1 ditambah dengan agregat halus karena yang diteliti adalah mortar.

Agregat halus untuk mortar dapat berupa pasir alam sebagai hasil *densintegrasi* alami dari batuan-batuan atau berupa pasir batuan yang dihasilkan oleh alat pemecah batu. Penelitian ini menggunakan pasir sungai yang diperoleh langsung dari sungai Bengawan Solo Kabupaten Bojonegoro dengan gradasi tertahan saringan nomor 40.

Air digunakan dalam penelitian ini agar terjadi hidrasi, yaitu reaksi kimia antar semen dan air yang menyebabkan campuran ini menjadi keras setelah lewat beberapa waktu. Air yang dibutuhkan agar terjadi hidrasi 20% dari berat semen.

Penggunaan air yang terlalu banyak dapat menyebabkan berkurangnya kekuatan mortar. Penggunaan air mengacu pada SNI 03-6861-2002.

Foam agent merupakan cairan bahan baku pembuat busa yang berkualitas tinggi untuk campuran mortar *foam*. Untuk mempercepat pengeringan dan pengerasan secara sempurna ditambahkan ADT *Additive Foam Concrete* 2% - 3% yang dapat menghasilkan mortar *foam* lebih kuat. *Foam agent* merupakan bahan kimia campuran yang berasal dari campuran bahan alami maupun buatan. Material penyusun pada penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Material Penyusun

Material	Keterangan
Semen Portland	Semen Gresik tipe 1
Agregat halus	Pasir Bengawan Solo dari Bojonegoro tertahan saringan nomor 40
Air	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bojonegoro
<i>Foam agent</i>	Toko bahan kimia Surabaya

Penelitian dilakukan secara eksperimen berskala laboratorium untuk *density* mortar, daya serap air, dan nilai kuat tekan mortar menggunakan pasir sungai Bengawan Solo Kabupaten Bojonegoro yang dilakukan di Laboratorium Universitas Bojonegoro. Sebelum melakukan pembuatan benda uji, terlebih dahulu melakukan pemeriksaan material yang akan dipakai sebagai bahan campuran untuk pembuatan benda uji. Pengujian ini sangat penting, dikarenakan kualitas dan mutu agregat halus sangat menentukan kekuatan pada mortar. Pada penelitian ini dilakukan uji agregat halus untuk mengetahui kadar air, kadar lumpur, kadar organik, berat jenis dan uji ayakan.

Proses pencampuran mortar terdiri dari tiga tahapan. Tahapan yang pertama, *foam agent* dicampurkan dengan air menggunakan bahan *foam* generator dan kompresor. *Foam agent* dan air menggunakan perbandingan volume 1 : 25. Nilai standart 0,08 t/m³ untuk hasil campuran *foam*. Tahapan kedua pencampuran material semen, agregat halus dan air untuk membentuk campuran mortar. Tahapan yang ketiga adalah pencampuran *foam agent* + air, semen, pasir dan air. *Foam agent* dimasukkan bersama mortar kedalam bejana dan diaduk menggunakan *mixer*. Campuran tersebut diperiksa terhadap gumpalan yang terjadi, pengadukan selama 2 menit dan *foam* + mortar harus homogen. Kebutuhan untuk *mix design*

mengacu pada surat edaran yang dikeluarkan Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat nomor 44/SE/M/2015 tentang pedoman campuran material ringan dengan mortar *foam* untuk konstruksi jalan. Kebutuhan mortar *foam* untuk 1 m³ dapat dilihat pada **Tabel 2**. Variasi *mix design foam agent* sebagai material tambahan dalam penelitian ini diambil variasi pertama sebesar 10%, variasi kedua sebesar 25% dan variasi ketiga sebesar 50%.

Tabel 2. Kebutuhan Campuran Mortar Untuk 1 m³

Kode	Semen	Pasir	Air	Foam agent	Total
	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)
N	320	332	160	-	800
MV-1	320	332	160	7,04	807,04
MV-2	320	332	160	8,00	808,00
MV-3	320	332	160	9,60	809,90

Pengujian diawali dengan pengujian material penyusun mortar yaitu agregat halus, semen dan *foam agent*. Setelah material penyusun memenuhi persyaratan campuran, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan *mix design*. Perlu diperhatikan bahwa dalam pembuatan benda uji yang benar dan baik sangat berpengaruh pada hasil pengujian. Proses pembuatan benda uji harus dilakukan dengan teliti, cermat dan benar, terutama dalam proses pencetakan dalam silinder. Pengrojukan pembuatan benda uji harus dilakukan secara merata hingga menyeluruh untuk memaksimalkan kepadatan dan pemerataan sehingga tidak ada *void* di benda uji dalam silinder. Perawatan benda uji menggunakan metode perendaman dalam air, 1 hari sebelum sampel diuji benda uji harus diangkat dari rendaman air. Kehilangan kekuatan hingga 40% dapat terjadi bila pengeringan terjadi sebelum waktunya.

Perawatan adalah hal yang penting untuk pekerjaan terutama dilapangan dan pada pembuatan benda uji. Pengujian dilakukan untuk mengetahui densitas, daya serap air dan kuat tekan. Pengujian *density* bertujuan untuk mengetahui kepadatan campuran pada mortar. Gradasi pada agregat dapat mempengaruhi tingkat kepadatan perkerasan pada mortar, semakin tinggi kepadatan pada mortar nilai stabilitasnya semakin tinggi. Pengujian selanjutnya adalah pengujian daya serap air, yaitu besar kecilnya penyerapan air pada mortar yang dapat dipengaruhi oleh rongga atau pori-pori yang ada pada mortar. Semakin banyak rongga pada mortar maka semakin banyak air yang diserap dan bisa menyebabkan berkurangnya kekuatan mortar. Rasio campuran yang digunakan

terlalu besar juga dapat menyebabkan rongga dikarenakan adanya air yang tidak dapat bereaksi kemudian menguap menjadi rongga pada mortar. Untuk mengatasi hal tersebut maka diperlukan kualitas dan komposisi campuran material yang tepat (Nuruddin & Bayuji, 2009).

Pengujian selanjutnya adalah pengujian kuat tekan mengacu pada SNI 974-2011 dengan bentuk silinder *mix design* pada penelitian ini menggunakan 3 variasi dengan jumlah benda uji masing-masing dibuat 3 benda uji. *Mix design* pertama dengan komposisi *foam agent* 10% (MV-1), komposisi kedua menggunakan 25% *foam agent* (MV-2) dan komposisi ketiga menggunakan 50% *foam agent* (MV-3) seperti yang tertera pada **Tabel 3**. Mortar normal digunakan sebagai kontrol pada penelitian ini.

Tabel 3. Mix Design Mortar

No	Benda uji (Kode)	Komposisi <i>foam agent</i> (%)	Jumlah sampel
1	Mortar silinder (N)	0	3
2	Mortar variasi 1 (MV-1)	10	3
3	Mortar variasi 2 (MV-2)	25	3
4	Mortar variasi 3 (MV-3)	50	3

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian yang pertama untuk agregat halus adalah pengujian kadar air agregat halus pasir. Berat pasir untuk pengujian sebesar 500 gram, yang kemudian dicari berat basah dan berat kering pasir untuk kemudian diolah data nya berdasarkan SNI 03-1971-1990. Adapun hasil dari pengujian kadar air agregat halus pasir dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Hasil Uji Kadar Air Agregat Halus

Nama	Sampel			Sat
	1	2	3	
Berat cawan (a)	23,60	23,33	23,90	gr
Berat cawan + pasir basah (A)	190,37	196,04	191,06	gr
Berat cawan + pasir kering (B)	185,09	191,04	186,09	gr
Berat pasir basar (B1)	166,77	172,71	167,16	gr
Berat pasir kering (B2)	161,49	167,72	162,19	gr

Nama	Sampel			Sat
	1	2	3	
Kadar air ((B1-B2)/B2) x 100%	3,27	2,98	3,06	%
Rata-rata	3,10			gr

Pengujian kedua pada agregat halus pasir adalah pengujian kadar lumpur berdasarkan SNI 03-4142-1995-F. Hasil kadar lumpur agregat halus dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Hasil uji kadar lumpur agregat halus

Nama	Sampel		Sat
	1	2	
Berat kering benda uji + cawan	786	773	gr
Berat cawan	310	308	gr
Berat benda uji awal	476	465	gr
Berat kering benda uji sesudah cuci + cawan	769	755	gr
Berat keirng benda uji sesudah pencucian	459	447	gr
Lolos saringan no. 200	3,57	3,87	%
Rata-rata	3,72		%

Pada pengujian yang ketiga agregat halus adalah pengujian kadar organik. Hasil pengujian kadar organik menunjukkan bahwa pasir mengandung sedikit bahan organik dengan ditunjukkan warna kuning tua pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Hasil Pengujian Kadar Organik

Pengujian keempat agregat halus adalah pengujian berat jenis dan *absorsi*. Adapun angka *absorsi* digunakan untuk menghitung perubahan berat agregat akibat air menyerap kedalam pori diantara partikel utama dibandingkan kondisi kering, ketika agregat tersebut telah dianggap cukup lama kontak dengan air sehingga air telah

diserap penuh. Hasil pengujian berat jenis agregat halus dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Hasil uji berat jenis dan absorsi

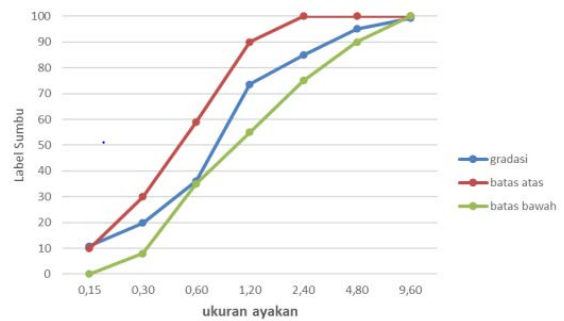
Nama	Sampel			Rata-rata (%)
	1 (%)	2 (%)	3 (%)	
Berat jenis (Bulk)	2,33	2,28	2,31	2,34
Bk/(B+500-Bt)				
Berat jenis kering permukaan 500/(B+500-Bt)	2,35	2,31	2,34	1,95
Berat jenis semu Bk/(B+Bk-Bt)	2,38	2,35	2,38	1,72
Absorsi ((500-Bk)/Bk) x 100%	0,81	1,42	1,21	1,15

Pengujian kelima adalah analisa ayakan agregat halus. Hasil pemeriksaan pasir sungai Bengawan Solo Kabupaten Bojonegoro menunjukkan bahwa modulus kehalusan pasir adalah 2,80 didapat dari nilai kumulatif dibagi dengan berat tertahan. Sehingga telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam SNI 04-1989-F yaitu modulus halus 1,50 sampai 3,80. Tabel hasil uji gradasi pasir dapat dilihat pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Pemeriksaan ayakan agregat halus

Ayak an	Berat sampel		Berat total	Berat Tertahan	Komu latif	Lo los
No	1 (gr)	2 (gr)	(gr)	%	%	%
3/8"	18	28	46	0,92	0,72	99,28
4	84	123	207	4,15	4,87	95,13
8	224	286	510	10,22	15,09	84,91
16	240	325	565	11,32	26,41	73,59
30	883	989	1872	37,51	63,91	36,09
50	452	358	810	16,23	80,14	19,86
100	299	149	448	8,98	89,12	10,88
PAN	295	238	533	10,68	0	0
Total	2495	2496	4991	100,00	280,26	419,74

Hasil pemeriksaan gradasi pasir sungai Bengawan Solo Kabupaten Bojonegoro menunjukkan bahwa pasir masuk dalam kategori sebagai pasir agak kasar (zone 2) sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Hasil Gradasi Agregat Halus

Dari pengujian agregat halus disimpulkan seperti tertera pada Tabel 8.

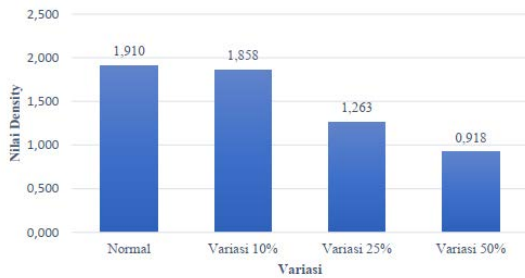
Tabel 8. Hasil uji agregat halus

Pemeriksaan	Hasil	Satuan
Kadar air	3,10	%
Kadar lumpur	3,72	%
Kadar organic	Warna no 3	-
Berat jenis	2,34	gr/cm ³
Analisa ayakan	2,80	-

Density merupakan kepadatan campuran mortar. Gradasi pada agregat dapat mempengaruhi tingkat kepadatan perkerasan pada mortar, semakin tinggi kepadatan pada mortar nilai stabilitasnya semakin tinggi. Pengujian *density* pada penelitian ini untuk mengetahui *volumetric* dari masing-masing benda uji. Hasil pengujian rata-rata *density* dapat dilihat pada **Gambar 4**.

Tabel 9. Hasil Uji Density

Benda uji	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Berat (cm ³)	Density (cm ³)	Rata-rata
(N)	9,901	19,8	1589	1,889	1,910
(N)	9,844	20	1561	1,935	
(N)	9,921	20,1	1580	1,906	
(MV-1)	9,934	20	1500	1,907	1,858
(MV-1)	9,974	19,9	1540	1,806	
(MV-1)	9,918	20	1512	1,861	
(MV-2)	9,942	20,5	1474	1,304	1,263
(MV-2)	9,959	20,7	1542	1,246	
(MV-2)	9,887	20,2	1546	1,239	
(MV-3)	9,861	20,4	1550	0,906	0,918
(MV-3)	9,885	20,5	1555	0,909	
(MV-3)	9,889	20,3	1502	0,937	



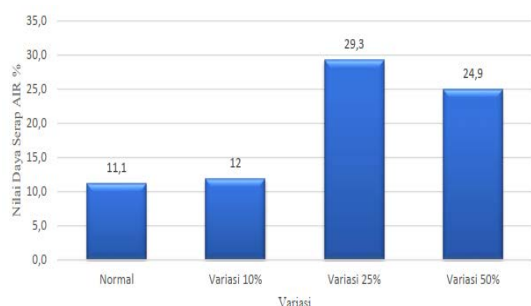
Gambar 4. Rata-Rata Nilai Density

Berdasarkan Gambar 1 nilai *density* pada mortar normal sebesar 1,732, MV-1 sebesar 1,346, MV-2 sebesar 1,121 dan MV-3 sebesar 0,918.

Sebelum pengujian, benda uji untuk diuji daya serap air terlebih dahulu di rendam penuh dalam air selama 24 jam, setelah direndam kemudian ditiriskan dan ditimbang untuk kemudian dioven dan ditimbang kembali. Hasil pengujian daya serap air rata-rata dapat dilihat pada Gambar 5.

Tabel 10. Hasil uji daya serap air

Benda uji	Berat basah	Berat kering	Penyebaran	Rata-rata
(N)	3310	3009	10,00	11,10 %
(N)	3350	3036	10,30	
(N)	3397	3004	13,10	
(MV-1)	3159	2861	10,00	12,00 %
(MV-1)	3135	2781	12,70	
(MV-1)	3141	2795	12,40	
(MV-2)	2576	1945	32,40	29,30 %
(MV-2)	2456	1922	27,80	
(MV-2)	2453	1922	27,60	
(MV-3)	1783	1425	25,10	24,90 %
(MV-3)	1791	1431	25,20	
(MV-3)	1760	1414	24,5	

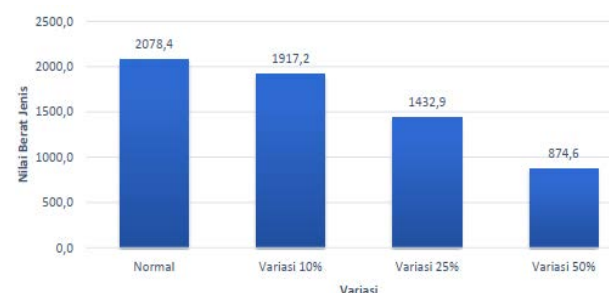


Gambar 5. Rata-Rata Nilai Daya Serap Air

Pengujian berat jenis mortar dilakukan sebelum melakukan kuat tekan mortar. Benda uji yang berada didalam perendaman diangkat terlebih dahulu kemudian dikeringkan selama 24 jam. Setelah proses pengeringan, benda uji ditimbang. Dari pengujian berat jenis yang tertera pada Gambar 6. bahwa *foam agent* dapat mempengaruhi nilai berat jenis mortar.

Tabel 11. Hasil uji berat jenis

Benda uji	Berat kg	Berat jenis kg/m ³	Rata-rata kg/m ³
(N)	3,284	2089,8	2078,4
(N)	3,250	2068,2	
(N)	3,264	2077,1	
(MV-1)	3,004	1911,6	1917,2
(MV-1)	3,025	1925,0	
(MV-1)	3,009	1914,8	
(MV-2)	3,253	1433,7	1432,9
(MV-2)	2,235	1422,3	
(MV-2)	2,267	1442,6	
(MV-3)	1,409	896,6	874,6
(MV-3)	1,388	883,3	
(MV-3)	1,326	843,8	



Gambar 6. Rata-Rata Nilai Berat Jenis

Pengujian kuat tekan mortar dilakukan untuk mengetahui kuat tekan dari masing-masing *mix design* mortar. Pengujian dilakukan pada saat mortar umur 14 dan 28 hari. Benda uji berupa silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 20 cm terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Benda Uji Silinder 10 cm x 20 cm

Pengujian dilakukan dengan alat *Compression Testing Machine* (UCS) terlihat pada **Gambar 8** untuk mendapatkan beban maksimum pada saat mortar ditekan sampai hancur ketika menerima beban tersebut (Santoso et al., 2021). Hasil pengujian benda uji dapat dilihat pada **Tabel 12** dan **Gambar 9**.

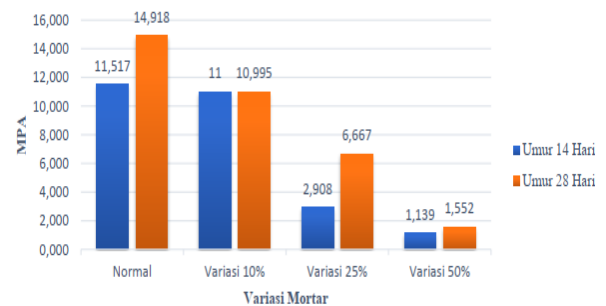


Gambar 8. Pengujian Kuat Tekan Silinder

Tabel 12. Hasil uji kuat tekan

Benda Uji	Umur		Rata-rata	
	14 hari (Mpa)	28 hari (Mpa)	14 hari (Mpa)	28 hari (Mpa)
(N)	10,074	16,166	14,918	11,517
(N)	11,487	15,867		
(N)	12,991	12,722		
(MV-1)	12,538	13,539	10,995	11,000
(MV-1)	11,023	11,366		
(MV-1)	9,439	10,624		
(MV-2)	2,539	6,986	6,667	2,908
(MV-2)	3,227	6,277		
(MV-2)	2,959	6,737		

Benda Uji	Umur		Rata-rata	
	14 hari (Mpa)	28 hari (Mpa)	14 hari (Mpa)	28 hari (Mpa)
(MV-3)	1,350	1,979	1,552	1,139
(MV-3)	0,879	1,535		
(MV-3)	1,188	1,141		



Gambar 9. Rata-Rata Kuat Tekan

Dari hasil pengujian kuat tekan mortar pada umur 14 hari dan 28 hari didapatkan kuat tekan rata-rata untuk mortar normal umur 14 hari sebesar 14,918 MPa dan umur 28 hari sebesar 11,517 MPa. Benda uji MV-1 memiliki kuat tekan rata-rata umur 14 hari sebesar 10,995 MPa dan umur 28 hari sebesar 11,00 MPa. Benda uji MV-2 pada umur 14 hari memiliki kuat tekan rata-rata sebesar 6,667 MPa dan umur 28 hari memiliki kuat tekan rata-rata 2,908 MPa. Untuk benda uji MV-3 memiliki kuat tekan rata-rata 1,552 MPa pada umur 14 hari dan kuat tekan rata-rata 1,139 MPa pada umur 28 hari.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan menunjukkan Nilai *density* rata-rata untuk N diperoleh 1,732, MV- 1 sebesar 1,346, MV-2 sebesar 1,121 dan MV-3 sebesar 0,918. Dari data tersebut didapatkan bahwa semakin banyak campuran *foam agent* maka nilai *density* nya semakin menurun. Daya serap air N sebesar 11,1%, MV-1 sebesar 12%, MV-2 sebesar 29,3 % dan MV-3 sebesar 24,9%. Pengaruh penambahan *foam agent* pada mortar untuk kuat tekan adalah semakin banyak *foam agent* yang ditambahkan terhadap *mix design* mortar maka semakin menurun kuat tekannya. MV2 mengalami penurunan 73% dan MV3 mengalami penurunan 89%. Ditunjukkan dari hasil kuat tekan rata rata MV-1 mencapai 11,000 MPa pada umur 28 hari, MV-2 mencapai 2,908 MPa pada umur 28 hari dan MV-3 mencapai 1,139 MPa pada umur 28 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Bella, R. A., Pah, J. J. S., & Ratu, A. G. (2017). Perbandingan Presentase Penambahan Fly Ash terhadap Kuat Tekan Bata Ringan Jenis CLC. *Jurnal Teknik Sipil*, 6(2), 199–204. <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/jurnal-teknik-sipil/article/view/20494>
- Firjatullah, B. A., Teguh, M., & Saputra, E. (2022). Optimalisasi Penggunaan Pasir Besi Sebagai Pengganti Agregat Halus Dalam Campuran Beton Mutu Tinggi. *Teknisia*, 27(1), 24–33. <https://doi.org/10.20885/teknisia.vol27.iss1.art3>
- Husin, A. A., & Setiadji, R. (2008). Pengaruh Penambahan Foam Agent. *Jurnal Permukiman*, 3(3).
- Malau, F. (2014). Penelitian Kuat Tekan dan Berat Jenis Mortar untuk Dinding Panel dengan Membandingkan Penggunaan Pasir Bangka dan Pasir Baturaja dengan Tambahan Foaming Agent dan Silica Fume. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 2(2), PP.287-296.
- Mulyono, T. (2003). *Teknologi Beton*. Andi Yogyakarta.
- Nuruddin, M. F. B., & Bayuji, R. (2009). Optimum Mix Proportioning of Mirha Foamed Concrete Using Taguchi ' S Approach. *Apsec-Eacef, August*, 694–700.
- Pah, J. J. S., Uly, P. S. B. M., & Widodo, T. (2020). Pengaruh Bahan Tambahan Terhadap Kuat Tekan, Berat, Dan Serapan Air Bata Ringan CLC. *Jurnal Teknik Sipil*, 9(1), 81–92.
- Purnama, A. C., & Ekaputri, J. J. (2021). Penggunaan Fly Ash sebagai Agregat Buatan Pengganti Agregat Alami pada Campuran Beton. *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*, 5(2), 107–120. <https://doi.org/10.12962/j26151847.v5i2.14498>
- Ricciotti, L., Occhicone, A., Petrillo, A., Ferone, C., Cioffi, R., & Roviello, G. (2020). Geopolymer-based hybrid foams: Lightweight materials from a sustainable production process. *Journal of Cleaner Production*, 250. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119588>
- Santoso, T. B., Prastyanto, C. A., & Ekaputri, J. J. (2021). Pemanfaatan Lumpur Sidoarjo dan Fly Ash Sebagai Material Buatan Berbasis Pasta Berdasarkan Nilai Kuat Tekan dan Keausan. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 19(1), 39. <https://doi.org/10.12962/j2579-891x.v19i1.8444>
- Suprpto, E., Purnama, M. A. C. P., & Santoso, T. B. (2022). Evaluasi Kinerja Perkuatan Gedung Menggunakan Carbon Fiber Reinforced Polymer (CRFP). *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Hexagon*, 7(2).
- Taufik, H., Kurniawandy, A., & Arita, D. (2017). Tinjauan Kuat Tekan Bata Ringan Menggunakan Bahan Tambah Foaming Agent. *Jurnal Saintis*, 17(April), 52–62.
- Triwulan, Ekaputri, J. J., Andik, J., & Boby, D. P. (2015). Sidoarjo Mud-Based Lightweight Mortar Using Foaming Agent and Aluminum Powder. *Applied Mechanics and Materials*, 754–755(April), 284–289. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.754-755.284>
- Triwulan, Ekaputri, J. J., & Huda, C. (2015). Lightweight Geopolymer Binder Base on Sidoarjo Mud. *Materials Science Forum*, 803(April), 148–159. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.803.148>