

PENGARUH *SILICA FUME* TERHADAP KARAKTERISTIK MORTAR

Dea Fitria Astari¹, Mirza Ghulam Rifqi^{2*}

^{1,2}Teknik Sipil, Politeknik Negeri Banyuwangi

*Email *corresponding author*: mirza@poliwangi.ac.id

Info Artikel

Diajukan :01/09/2024
Direview: 04/02/2025
Dipublikasi: 28/02/2025

Abstrak

Pengembangan inovasi pembuatan mortar dapat ditambahkan dengan menggunakan bahan tambahan lain yang memiliki sifat mengisi rongga-rongga udara diantara agregat (*filler*) dan pasta semen. Bahan tambahan campuran material penyusun mortar yang digunakan dalam penelitian ini adalah *silica fume*, yang merupakan material *pozzolan* yang halus, berbentuk butiran, sangat kecil sekitar 100 kali lebih kecil dibandingkan dari ukuran partikel semen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *silica fume* terhadap karakteristik mortar dengan presentase *silica fume* yang digunakan sebesar 0%, 25% dan 30%. Pengujian dilakukan dengan metode eksperimen dengan pengujian kuat tekan sesuai standar SNI 03-6825-2002, untuk memperoleh hasil nilai kuat tekan umur 3, 14 dan 28 hari dan hasil pengujian resapan air pada umur 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *silica fume* dengan presentase 30% pada nilai maksimum di umur 28 hari mendapatkan nilai rata-rata kuat tekan sebesar 33,35 MPa menunjukkan bahwa semakin tinggi presentase *silica fume* maka semakin tinggi nilai kuat tekan yang dihasilkan karena efek *microfiller*. Pengujian resapan air mengalami penurunan sebesar 3,76%. Hal tersebut terjadi karena butiran *silica fume* yang sangat kecil dapat mengisi rongga diantara semen dan agregat halus, sehingga membuat benda uji mortar lebih rapat, kedap dan mengurangi porositas.

Kata Kunci : Kuat Tekan, Mortar, Resapan Air, *Silica Fume*

Abstract

The development of mortar making innovation can be added by using other additives that have the property of filling the air voids between the aggregate (filler) and cement paste. The additional material used in this research is silica fume, which is a fine, granular, very small pozzolanic material about 100 times smaller than the size of cement particles. This study aims to determine the effect of silica fume on mortar characteristics with the percentage of silica fume used at 0%, 25% and 30%. Tests were carried out by experimental methods with compressive strength testing according to SNI 03-6825-2002 standards, to obtain the results of compressive strength values aged 3, 14 and 28 days and the results of water absorption testing at 28 days. The results showed that the use of silica fume with a percentage of 30% at the maximum value at the age of 28 days obtained an average value of compressive strength of 33.35 MPa, indicating that the higher the percentage of silica fume, the higher the compressive strength value produced due to the microfiller effect. Water absorption testing decreased by 3.76%. This happens because the very small grains of silica fume can fill the voids between cement and fine aggregates, thus making the mortar test object tighter, impermeable and reducing porosity.

Keyword : Compressive Strength, Mortar, *Silica Fume*, Water Absorption

PENDAHULUAN

Pembangunan di negara berkembang saat ini terus didorong untuk mendukung kemajuan suatu negara, misalnya di Indonesia. Pembangunan pada dasarnya ditujukan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat dengan membangun berbagai fasilitas dalam kehidupan masyarakat seperti pembangunan gedung-gedung. Dalam membangun suatu bangunan hal penting selain beton salah satunya adalah mortar. Mortar memiliki peran penting dalam bidang konstruksi yang umumnya digunakan sebagai matrik pengikat bagian penyusun suatu konstruksi baik bersifat struktural maupun non struktural. Rencana mortar yang akan dibuat dalam penelitian ini yaitu mortar

tipe M yaitu mortar dengan pencampuran kuat tekan yang tinggi direkomendasikan untuk pasangan dinding bata bertulang, dinding dekat tanah, pasangan pondasi, adukan pasangan pipa air kotor, adukan dinding penahan tanah dan adukan untuk jalan. Mortar terbentuk dari campuran semen, agregat halus dan air. Penerapan pencampuran mortar pada umumnya masih menggunakan semen sebagai bahan utama pengikat campuran mortar.

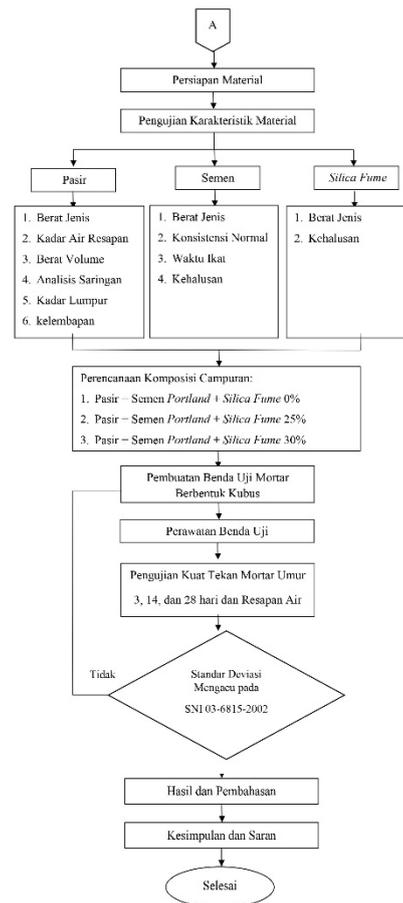
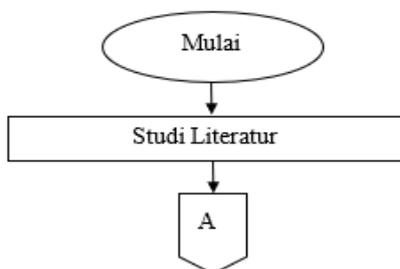
Seiring dengan berkembangnya berbagai inovasi di Indonesia, dalam pembuatan mortar terdapat bahan campuran material penyusun mortar dengan menggunakan bahan tambahan lain yang memiliki sifat mengisi rongga-rongga udara di

antara agregat (*filler*) dan pasta semen sehingga campuran mortar mengalami proses penjenjuran lebih rapat (Sopa N.R et al., 2023). Salah satu bahan tambahan yang digunakan dalam campuran mortar adalah *silica fume*. Penggunaan *silica fume* dapat memberikan kontribusi besar terhadap kuat tekan pada mortar dikarenakan *silica fume* sebagai material *pozzolan* yang memiliki partikel sangat kecil dibandingkan dengan semen.

Penelitian terdahulu yang melakukan penelitian serupa dalam hal ini penambahan *silica fume* sebesar 5% dan 10% dapat meningkatkan kuat tekan pada mortar. Sedangkan penelitian lain menyebutkan bahwa penambahan *silica fume* sebesar 0%, 5%, 15% dan 25% masih dapat meningkatkan kuat tekan pada mortar. Namun pada (Badan Standardisasi Nasional, 2019) menyebutkan bahwa maksimum penambahan *silica fume* pada bahan campuran mortar sebesar 10%. Maka perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan campuran *silica fume* dengan presentase lebih dari 10% yang diharapkan dari penelitian ini dengan campuran *silica fume* lebih dari 10% dapat meningkatkan kuat tekan atau menurunkan kuat tekan pada mortar. Rencana penelitian yang akan dilakukan menggunakan penambahan *silica fume* sebesar 0%, 25% dan 30% tahap campuran pada mortar. Pengujian kuat tekan mortar pada penelitian ini dilakukan pada umur 3, 14, 28 hari dan pengujian resapan air mortar dilakukan pada umur 28 hari.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian ini dilakukan pada lingkup Laboratorium Uji Bahan Teknik Sipil Politeknik Negeri Banyuwangi. Penelitian dimulai dari menguji karakteristik material, pembuatan benda uji, perawatan benda uji, pengujian kuat tekan benda uji dan pengujian resapan air benda uji. Untuk memudahkan perencanaan pekerjaan dan penelitian, maka dibuat *flowchart* mengenai urutan langkah-langkah yang harus dilakukan sehingga diharapkan penelitian dapat dilakukan secara beruntun dan sistematis. Berikut ini *flowchart* dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. *Flowchart* Penelitian

1. Studi Literatur

Tahap awal penelitian adalah dengan mencari, mengumpulkan dan mempelajari referensi yang berkaitan dengan pokok bahasan penelitian pada proyek akhir. Referensi didapatkan melalui acuan standarisasi dalam negeri dan luar negeri, buku *hardcopy* maupun *softcopy*, jurnal, *e-book*, internet dan berbagai sumber lainnya yang berkaitan dengan penelitian.

2. Persiapan Material dan Peralatan

a. Material

a) Agregat Halus

Agregat halus digunakan dalam penelitian ini adalah pasir lumajang.

b) Semen Portland

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah *portland composite cement* (PCC) produk Gresik.

- c) Air
Air yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari saluran air bersih yang ada di Laboratorium Uji Bahan Teknik Sipil Politeknik Negeri Banyuwangi.
- d) *Silica Fume*
Silica fume yang digunakan dalam penelitian ini sesuai dengan *standart* yang digunakan dalam bahan campuran pembuatan mortar dan beton.
- b. Peralatan
Bak spesi, gelas ukur, sendok spesi, timbangan, *mixer*, cetakan mortar 5x5x5 cm, ayakan, oven dan penggaris
3. Pengujian Karakteristik Material
Pengujian material dilakukan dengan beberapa pengujian sifat material. Pengujian material yang dilakukan adalah pengujian agregat halus, pengujian semen, dan pengujian *silica fume*.
4. *Mix Design*
Perencanaan proporsi campuran mortar pada penelitian ini mengacu pada (SNI 03-6825-2002, 2002) menggunakan bahan tambahan berupa *silica fume* dengan presentase 25% dan 30%.
5. Pembuatan Benda Uji Mortar
Benda uji mortar pada penelitian ini dicetak secara manual dengan cetakan berbentuk kubus 5 cm x 5 cm x 5 cm. Sebelum proses pencetakan, cetakan diolesi pelumas agar mencegah mortar menempel pada cetakan dan memudahkan proses pelepasan mortar dari cetakan.
6. Perawatan Benda Uji
Pada penelitian ini proses perawatan benda uji dilakukan dengan mengeluarkan benda uji dari cetakan setelah 24 jam dan merendam benda uji tersebut ke dalam kotak berisi air selama 28 hari sampai uji kuat tekan yang direncanakan.
7. Pengujian Benda Uji
- a. Kuat Tekan Mortar
Kuat tekan merupakan pengujian yang mengidentifikasi mutu dari suatu sampel. Pengujian kuat tekan yang dilakukan pada mortar adalah untuk mengetahui mutu dari mortar. Penentuan nilai kuat tekan mortar dapat dihitung dengan persamaan berikut sesuai (SNI 03-6825-2002, 2002).

$$\sigma_m = \frac{P_{maks}}{A} \dots\dots\dots (1)$$

- b. Uji Resapan Air Mortar
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan kedap air mortar yang berhubungan dengan volume pori yang terdapat pada benda uji. Pengujian resapan air mortar dengan merendam benda uji selama 24 jam kemudian ditimbang beratnya, lalu mengeringkan benda uji dengan memasukkan ke dalam oven selama 24 jam dan ditimbang kembali beratnya (Binti Sayono et al., 2023; Iswahyudhi & Devi, 2024). Resapan air mortar dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$\frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Agregat Halus

Hasil pengujian agregat halus terdiri dari pengujian berat jenis, kadar air resapan, berat volume, Analisa saringan, kadar lumpur dan kelembapan. Hasil pengujian dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Hasil Pengujian Agregat Halus

No	Pengujian	Hasil
1	Berat Jenis	2,74
2	Kadar Air Resapan	2,60%
3	Berat Volume	Dengan Rojokan 1,179 kg/cm ³
		Tanpa Rojokan 1,115 kg/cm ³
4	Analisa Saringan	2,48%
5	Kadar Lumpur	2,01%
6	Kelembapan	1,97%



Hasil Pengujian Semen

Hasil pengujian semen terdiri dari pengujian berat jenis, konsistensi normal, waktu ikat dan kehalusan. Hasil pengujian dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Hasil Pengujian Semen

No	Pengujian	Hasil
1	Berat Jenis	3,13
2	Konsistensi Normal	25%
3	Waktu Ikut	90 menit
4	Kehalusan	17%



Hasil Pengujian Silica Fume

Hasil pengujian *silica fume* terdiri dari pengujian berat jenis dan kehalusan. Hasil pengujian dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Hasil Pengujian Silica Fume

No	Pengujian	Hasil
1	Berat Jenis	2,12
2	Kehalusan	15,25%

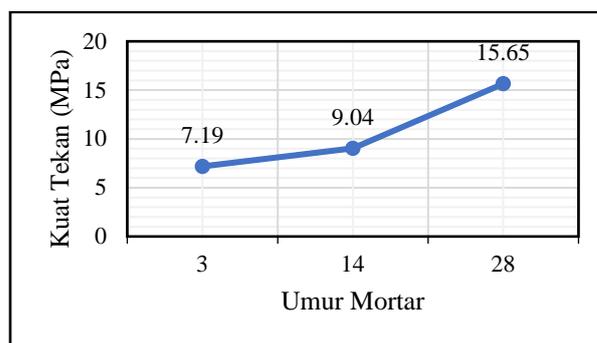


Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Normal

Mortar normal (MN) mortar yang tanpa penambahan *silica fume*. Mortar normal diuji pada umur 3, 14 dan 28 hari dengan masing-masing umur sebanyak 6 sampel benda uji, sehingga keseluruhan hasil kuat tekan sebanyak 18 benda uji mortar normal. Hasil pengujian kuat tekan mortar normal dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Hasil Kuat Tekan Mortar Normal

Umur Mortar	Kuat Tekan (MPa)	Standar Deviasi (MPa)
3	7,19	0,54
14	9,04	0,57
28	15,65	0,30

**Gambar 2.** Grafik Kuat Tekan Mortar Normal

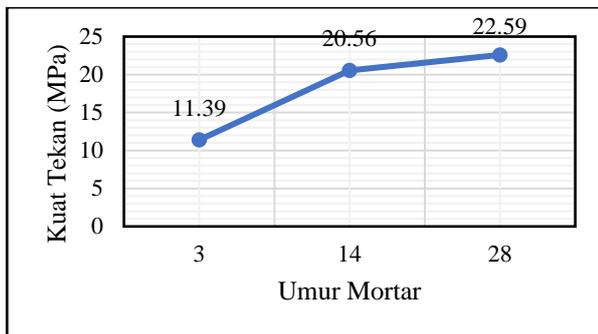
Berdasarkan **Gambar 2** menunjukkan mortar normal mengalami peningkatan pada setiap umurnya. Dapat dilihat pada umur 3 hari didapatkan hasil kuat tekan rata-rata 7,19 MPa, umur 14 nilai kuat tekan rata-rata 9,04 MPa, dan hasil kuat tekan rata-rata umur 28 hari 15,65 MPa. Pada standar deviasi diperoleh nilai pada umur 3 hari sebesar 0,54 MPa, umur 14 hari sebesar 0,57 MPa dan umur 28 hari sebesar 0,30 MPa, sehingga pada (SNI 03-6825-2002, 2002) bahwa mortar termasuk dalam kategori “Terbaik” dalam standar deviasi dimana standar deviasi dalam kategori Terbaik yaitu <14,1.

Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Campuran Silica Fume (25%)

Mortar dengan campuran *silica fume* 25% diuji kuat tekan pada umur 3, 14 dan 28 hari dengan masing-masing umur sebanyak 6 sampel benda uji, sehingga keseluruhan hasil kuat tekan sebanyak 18 benda uji mortar normal. Hasil pengujian kuat tekan mortar normal dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Hasil Kuat Tekan Mortar SF 25%

Umur Mortar	Kuat Tekan (MPa)	Standar Deviasi (MPa)
3	11,39	0,64
14	20,56	0,36
28	22,59	1,29

**Gambar 3.** Grafik Kuat Tekan Mortar SF 25%

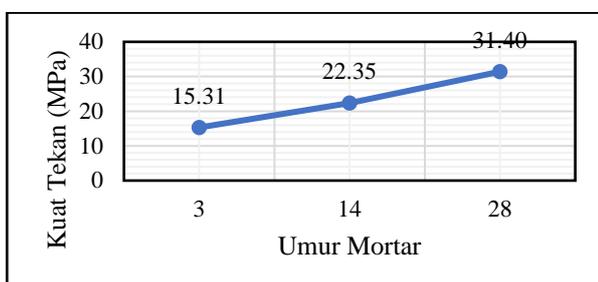
Berdasarkan **Gambar 2** menunjukkan mortar campuran *silica fume* 25% mengalami peningkatan pada setiap umurnya. Dapat dilihat pada umur 3 hari didapatkan hasil kuat tekan rata-rata 11,39 MPa, umur 14 nilai kuat tekan rata-rata 20,56 MPa, dan hasil kuat tekan rata-rata umur 28 hari 22,59 MPa. Pada standar deviasi diperoleh nilai pada umur 3 hari sebesar 0,64, umur 14 hari sebesar 0,36 MPa dan umur 28 hari sebesar 1,29 MPa, sehingga pada SNI 03-6815-2002 bahwa mortar termasuk dalam kategori “Terbaik” dalam standar deviasi dimana standar deviasi dalam kategori Terbaik yaitu <math><14,1</math>.

Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Campuran Silica Fume (30%)

Mortar dengan campuran *silica fume* 30% diuji kuat tekan pada umur 3, 14 dan 28 hari dengan masing-masing umur sebanyak 6 sampel benda uji, sehingga keseluruhan hasil kuat tekan sebanyak 18 benda uji mortar normal. Hasil pengujian kuat tekan mortar normal dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Hasil Kuat Tekan Mortar SF 30%

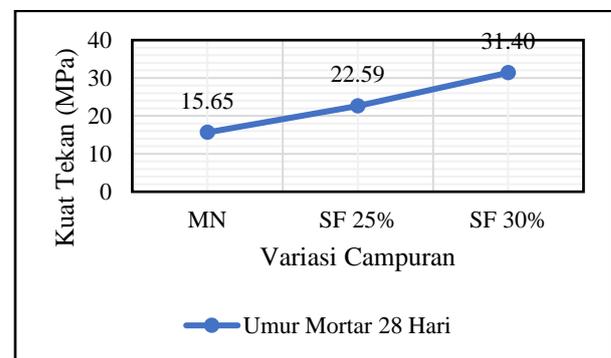
Umur Mortar	Kuat Tekan (MPa)	Standar Deviasi (MPa)
3	15,31	0,55
14	22,35	0,27
28	32,40	1,07

**Gambar 3.** Grafik Kuat Tekan Mortar SF 30%

Berdasarkan **Gambar 3** menunjukkan mortar campuran *silica fume* 30% mengalami peningkatan pada setiap umurnya. Dapat dilihat pada umur 3 hari didapatkan hasil kuat tekan rata-rata 15,31 MPa, umur 14 nilai kuat tekan rata-rata 22,35 MPa, dan hasil kuat tekan rata-rata umur 28 hari 31,40 MPa. Pada standar deviasi diperoleh nilai pada umur 3 hari sebesar 0,55, umur 14 hari sebesar 0,27 MPa dan umur 28 hari sebesar 1,07 MPa, sehingga pada (SNI 03-6825-2002, 2002) bahwa mortar termasuk dalam kategori “Terbaik” dalam standar deviasi dimana standar deviasi dalam kategori Terbaik yaitu <math><14,1</math>.

Hasil Rekapitulasi Pengujian Kuat Tekan

Mortar di umur 28 hari merupakan umur mortar mengalami kekuatan maksimum, maka dibuat rekapitulasi nilai rata-rata kuat tekan mortar pada umur 28 hari dapat dihasilkan grafik kuat tekan mortar yang dapat dilihat pada **Gambar 4**.

**Gambar 4.** Hasil Kuat Tekan Mortar 28 Hari

Berdasarkan **Gambar 4** dihasilkan nilai kuat tekan rata-rata pada mortar tanpa campuran *silica fume* yaitu sebesar 15,65 MPa, mortar dengan campuran *silica fume* 25% sebesar 22,59 MPa mengalami peningkatan sebesar 44% dan mortar dengan campuran *silica fume* 30% sebesar 31,40 MPa mengalami peningkatan sebesar 106%. Nilai kuat tekan mortar pada penelitian ini mengalami peningkatan yang bervariasi disetiap umurnya. Hal ini terjadi karena efek *microfiller* pada *silica fume* yang dapat mengisi rongga-rongga diantara semen dan agregat halus sehingga dapat meningkatkan kuat tekan pada mortar.

Hasil Pengujian Resapan Air Mortar

Pengujian resapan air mortar dilakukan dengan 3 buah benda uji masing-masing variasi campuran mortar dengan bahan *silica fume* sebanyak 0%, 25% dan 30%. Berikut hasil pengujian resapan air mortar yang dapat dilihat pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Hasil Resapan Air Mortar Normal

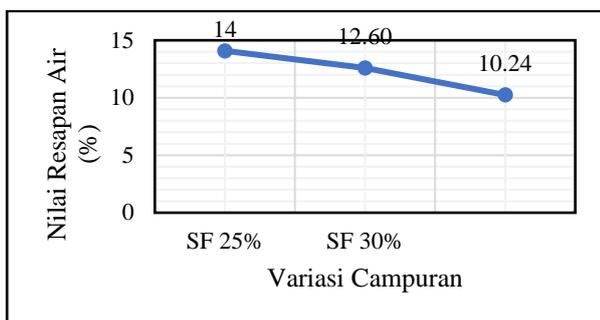
Percobaan	Satuan	1	2	3
Berat Mortar Basah (m_b)	gram	284	287	280
Berat Mortar Kering (m_k)	gram	252	250	244
Resapan Air $\frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\%$	%	12,70	14,80	14,75
Resapan Air Rata-rata	%	14		

Tabel 8. Hasil Resapan Air Mortar SF 25%

Percobaan	Satuan	1	2	3
Berat Mortar Basah (m_b)	gram	259,5	258	259
Berat Mortar Kering (m_k)	gram	234	222	234
Resapan Air $\frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\%$	%	10,90	16,2	10,6
Resapan Air Rata-rata	%	12,60		

Tabel 9. Hasil Resapan Air Mortar SF 30%

Percobaan	Satuan	1	2	3
Berat Mortar Basah (m_b)	gram	256	256,5	259
Berat Mortar Kering (m_k)	gram	234	228	238
Resapan Air $\frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\%$	%	9,40	12,50	8,82
Resapan Air Rata-rata	%	10,24		

**Gambar 5.** Hasil Resapan Air Mortar

Berdasarkan **Gambar 5** menunjukkan bahwa semakin besar presentase *silica fume* maka nilai resapan air semakin kecil. Nilai resapan air maksimum yaitu sebesar 14% didapatkan pada benda uji mortar tanpa campuran *silica fume*. Nilai resapan air minimum yaitu 10,24% diperoleh pada benda uji mortar dengan campuran *silica fume* 30% sehingga mengalami penurunan sebesar 3,76%. Hal tersebut karena butiran *silica fume* yang sangat kecil dapat mengisi rongga diantara semen dan agregat halus, sehingga mortar lebih rapat, kedap dan mengurangi porositas.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan bahwa penambahan *silica fume* memiliki pengaruh terhadap mutu mortar, yaitu dapat meningkatkan kuat tekan mortar dan menurunkan nilai resapan air mortar. Semakin tinggi presentase *silica fume* yang diberikan kuat tekan mortar semakin meningkat, semakin tinggi presentase *silica fume* yang ditambahkan maka nilai resapan air pada mortar semakin menurun. Hal ini dimungkinkan terjadi karena kepadatan pada mortar meningkat dan pori-pori berkurang akibat dari kinerja *microfiller* pada *silica fume* yang dapat mengisi rongga-rongga diantara semen dan agregat halus. Nilai maksimum pada umur 28 hari tanpa campuran *silica fume* yaitu sebesar 15,65 MPa, mortar dengan campuran *silica fume* 25% sebesar 22,59 MPa mengalami peningkatan sebesar 44% dan mortar dengan campuran *silica fume* 30% sebesar 31,40 MPa mengalami peningkatan sebesar 106%. Nilai kuat tekan mortar pada penelitian ini mengalami peningkatan yang bervariasi disetiap umurnya.

Hasil resapan air mortar nilai resapan air maksimum yaitu sebesar 14% didapatkan pada benda uji mortar tanpa campuran *silica fume*. Nilai resapan air minimum yaitu 10,24% diperoleh pada benda uji mortar dengan campuran *silica fume* 30% sehingga mengalami penurunan sebesar 3,76%. Kondisi tersebut disebabkan karena butiran *silica fume* yang sangat kecil sehingga membuat benda uji mortar lebih rapat, kedap dan mengurangi porositas.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. *Sni 2847-2019*, 8, 720.
- Binti Sayono, Y. D. S., Ahmad Utanaka, Dadang Dwi Pranowo, Mirza Ghulam Rifqi, & M. Shofi'ul Amin. (2023). Pengaruh Penggunaan Silica Fume Terhadap Kuat Tekan dan Resapan Air Mortar Pracetak Ferosemen. *Jurnal TESLINK : Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 5(2), 175–185. <https://doi.org/10.52005/teslink.v5i2.299>
- Iswahyudhi, A., & Devi, D. S. (2024). Pengaruh Penambahan Silica Fume Terhadap Kuat Tekan Beton Busa Menggunakan Sika Viscocrete 3115 N. 8(1), 65–74.
- SNI 03-6825-2002. (2002). Sni 03-6825-2002. *Standar Nasional Indonesia Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland Untuk Pekerjaan Sipil*, 6825.
- Sopa N.R, Y. M., Nisumanti, S., & Chandra, D. (2023). Pengaruh Penambahan Silica Fume Terhadap Kuat Tekan Beton Fc'25.

*Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil
(Proteksi), 5(1), 1–6.
<https://doi.org/10.26740/proteksi.v5n1.p1-6>*