

Pengaruh Penggunaan Silica Fume Terhadap Kuat Tekan dan Resapan Air Mortar Pracetak Ferosemen

Yulita Dwi Shinta^{a,1,*}, Dadang Dwi Pranowo^{a,2}, Ahmad Utanaka^{a,3}, Mirza Ghulam Rifqi^{a,4}

M. Shofi'ul Amin^{a,5}

^a Politeknik Negeri Banyuwangi, Jl. Raya Jember No. KM 13, Kawang, Labanasem, Kabat, Banyuwangi and 68461, Indonesia

¹ yulitadwi2001@gmail.com ; ² dadangdp@poliwangi.ac.id ; ³ ahmad.utanaka@poliwangi.ac.id ; ⁴ mirza@poliwangi.ac.id ;

⁵ shofiul@poliwangi.ac.id

* Corresponding Author: yulitadwi2001@gmail.com

Received; revised; accepted

ABSTRAK

Kerusakan irigasi secara visual terdapat tanda-tanda korosi pada tulangan beton, seperti karat dan lapisan korosi. Dalam bidang pembangunan irigasi, teknologi ferosemen menjadi hal yang penting. Komposisi utamanya, yang terdiri dari semen, pasir, air, dan tulangan, dapat ditingkatkan dengan bahan alternatif tambahan seperti *silica fume* untuk meningkatkan ketahanan terhadap korosi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *silica fume* dengan berbagai persentase (0%, 6%, dan 9% dari berat semen) terhadap karakteristik mortar dalam penerapan beton pracetak ferosemen. Pengujian dilakukan melalui pengujian kuat tekan pada berbagai umur (3, 7, 14, 21, dan 28 hari), serta pengujian resapan air dan rembesan air pada umur 28 hari setelah perawatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *silica fume* mengakibatkan penurunan kuat tekan pada benda uji kontrol sebesar 20,96 MPa. Hal ini disebabkan oleh reaksi antara *silica fume* dan semen, yang memperlambat proses pengerasan. Selain itu, penambahan *silica fume* mengurangi resapan air pada mortar, dengan penurunan yang lebih signifikan seiring dengan peningkatan persentase campuran. Pengujian rembesan air pada beton pracetak ferosemen menunjukkan tingkat rembesan yang rendah, dengan nilai sebesar 21% setelah 24 jam, menandakan bahwa campuran ini cocok untuk aplikasi beton pracetak ferosemen. Dengan demikian, penggunaan *silica fume* dapat meningkatkan kualitas dan ketahanan beton pracetak ferosemen terhadap korosi.

ABSTRACT

The visual damage to the irrigation system shows signs of corrosion on the concrete reinforcement, such as rust and corrosion layers. In the field of irrigation development, ferrocement technology has become essential. Its main composition, consisting of cement, sand, water, and reinforcement, can be enhanced with additional alternative materials like silica fume to improve corrosion resistance. This research aimed to investigate the effect of silica fume at various percentages (0%, 6%, and 9% by weight of cement) on the characteristics of mortar in the application of precast ferrocement concrete. Testing was conducted for compressive strength at ages of 3, 7, 14, 21, and 28 days, as well as water absorption and water permeability tests at 28 days after curing. The research results indicate that the use of silica fume resulted in a decrease in the compressive strength of the control specimen by 20.96 MPa. This is due to the reaction between silica fume and cement, which slows down the curing process. Additionally, the addition of silica fume reduced water absorption in the mortar, with a more significant decrease as the percentage of the mixture increased. Water permeability testing on precast ferrocement concrete showed low permeability, with a value of 21% after 24 hours, indicating that this mixture is suitable for precast ferrocement concrete applications. Therefore, the use of silica fume can enhance the quality and corrosion resistance of precast ferrocement concrete.



KATA KUNCI

Beton Pracetak Ferosemen
Kuat Tekan
Mortar
Resapan Air
Silica fume

KEYWORDS

Compressive Strength
Mortar
Precast Ferrocement Concrete
Silica fume
Water Absorption



This is an open-access article under the CC-BY-SA license

1. Pendahuluan

Secara umum kerusakan yang terjadi pada saluran irigasi primer dan sekunder hampir di setiap wilayah irigasi Indonesia mencapai rata-rata 30%, sedangkan pada jaringan tersier mencapai hingga 60% [1]. Secara visual terdapat beberapa kasus yang dapat terlihat seperti tanda-tanda korosi pada tulangan beton berupa karat atau lapisan korosi yang terbentuk di sekitar tulangan. Seiring waktu, korosi pada tulangan saluran irigasi dapat mengurangi ketebalan atau kerusakan tulangan yang menyebabkan tulangan tersebut kehilangan sebagian atau bahkan seluruh kekuatannya, sehingga dapat mengurangi daya dukung dan stabilitas saluran irigasi.

Saat ini pengembangan teknologi ferosemen sangat diperlukan dalam konstruksi untuk pembangunan irigasi. Ferosemen merupakan suatu tipe dinding beton tipis bertulang yang dibuat dari mortar. Secara umum, bahan-bahan pokok yang digunakan untuk membuat ferosemen yaitu semen, pasir, air dan tulangan. Ferosemen juga dapat ditambah dengan bahan alternatif lain yang memiliki sifat yang sama seperti semen yaitu sebagai perekat dan pengisi ruang poros guna meningkatkan kualitasnya terutama meningkatkan ketahanan terhadap korosi. Salah satu bahan alternatif yang dapat digunakan adalah *silica fume*.

Silica fume adalah material pozzolan yang halus, dimana komposisi silika lebih banyak dihasilkan dari tanur tinggi atau sisa produksi *silicon* atau *alloy* besi silikon. Dilihat dari sifat kimianya, secara geometris *silica fume* mengisi rongga-rongga diantara bahan semen dan mengakibatkan diameter pori mengecil serta total volume pori juga berkurang. Sedangkan dari sifat mekaniknya, *silica fume* memiliki reaksi yang bersifat pozzolan (bahan yang mempunyai kandungan senyawa silika/silika dioksida dan alumunia) yang bereaksi terhadap batu kapur yang dilepas semen [2].

Pengembangan teknologi ferosemen perlu dilakukan karena teknologi ini memiliki potensi sebagai inovasi baru di bidang teknologi beton. Untuk itu perlu dilakukan berbagai kajian agar teknologi ini dapat dioptimalkan di sektor konstruksi seperti mengkaji mengenai penggunaan *silica fume* terhadap mortar semen pada penerapan beton pracetak ferosemen. Beton pracetak yang diproduksi di tempat lain dan kemudian dipasang di lokasi proyek dapat meningkatkan efisiensi konstruksi. Dengan menggunakan teknologi ferosemen, beton pracetak dapat dibuat dengan kualitas yang lebih baik dan dalam waktu yang lebih singkat dibandingkan dengan metode konstruksi konvensional. Namun, dalam penerapannya masih terdapat beberapa aspek yang perlu diperbaiki dalam karakteristik mortar seperti kekuatan tekan dan resapan air mortar.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh *silica fume* terhadap karakteristik mortar semen pada penerapan beton pracetak ferosemen yang diharapkan dapat memberikan kontribusi dan rekomendasi persentase untuk penggunaan sebagian *silica fume* dalam campuran mortar agar dapat meningkatkan kualitas dan kinerja bahan tersebut.

2. Dasar Teori

2.1 Ferosemen

Ferosemen adalah suatu tipe dinding beton bertulang, tipis (3,00) cm, yang dibuat dari mortar semen hidrolis, dengan perbandingan campuran 1 semen (2-3) pasir, diberi tulangan ($\leq 6,0$ mm) dengan lapisan kawat anyam (wiremesh) ukuran $\leq ,0$ mm, terus-menerus dan rapat [3].

2.2 Mortar

Mortar didefinisikan sebagai campuran material yang terdiri dari agregat halus (pasir), bahan perekat (tanah liat, kapur, semen portland) dan air dengan komposisi tertentu [4].

2.3 Silica Fume

Silica fume adalah limbah sampingan dari industri silikon yang dihasilkan dari proses pengolahan silikon atau *ferrosilicon* yang dicuci dengan air dan dikeringkan. *Silica fume* memiliki ukuran partikel sangat kecil, sekitar 100 kali lebih kecil dari ukuran partikel semen, sehingga memiliki luas permukaan yang besar dan reaktif. *Silica fume* memiliki sifat yang unik, seperti kemampuan mengisi pori dan merapatkan kekuatan, kepadatan dan daya tahan beton atau mortar. Selain itu *silica fume* memiliki sifat *pozzolanic*, yaitu kemampuan untuk bereaksi dengan kalsium hidroksida yang dihasilkan dari hidrasi semen, sehingga dapat membentuk produksi hidrasi yang lebih kuat dan tahan [2].

2.4 Uji Kuat Tekan

Uji kuat tekan bertujuan untuk mengetahui mutu dan klasifikasinya dilakukan pengujian kuat tekan terhadap mortar yang akan diambil datanya. Kekuatan tekan mortar dapat dihitung sesuai [4] dalam Persamaan 2.1 berikut:

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

Keterangan:

- σ_m = Kekuatan tekan mortar (MPa)
- P_{maks} = Gaya tekan maksimum (N)
- A = Luas penampang benda uji (mm²)

2.5 Standar Deviasi

Tujuan dari perhitungan standar deviasi pada nilai kuat tekan benda uji adalah untuk mengetahui besarnya penyimpangan terhadap nilai kuat tekan benda uji, karena semakin besar penyimpangan (Deviasi = Sd), maka akan semakin kecil nilai kuat tekan benda uji (x) yang kita dapat. Standar deviasi dapat ditentukan dengan Persamaan 2.2 yang mengacu pada [5].

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - X_{rt})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

- S = Standar deviasi
- X_i = Data kuat tekan masing-masing benda uji (X_1, X_2, X_3 , dst)
- X_{rt} = Data kuat tekan rata-rata dari semua benda uji
- n = Jumlah benda uji

2.6 Uji Resapan Air

Pengujian ini bertujuan agar mengetahui kemampuan kedap air mortar yang berhubungan dengan volume pori yang terdapat pada benda uji. Pengujian dilakukan dengan merendam benda uji ke dalam air selama 24 jam untuk kemudian ditimbang beratnya, lalu mengeringkan benda uji dengan dimasukkan ke dalam oven selama 24 jam dan ditimbang kembali beratnya [6]. Resapan air mortar dapat dihitung dengan Persamaan 2.3.

$$\text{Resapan Air Mortar} = \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

- m_b = massa basah dari benda uji (gram)
- m_k = massa kering oven dari benda uji (gram)

2.7 Uji Rembesan Air

Pengujian ini dimaksudkan sebagai dasar ketahanan dalam menahan air yang baik dan untuk mengetahui daya tahan resap terhadap air [7]. Rembesan air dapat dihitung dalam Persamaan 2.4 berikut:

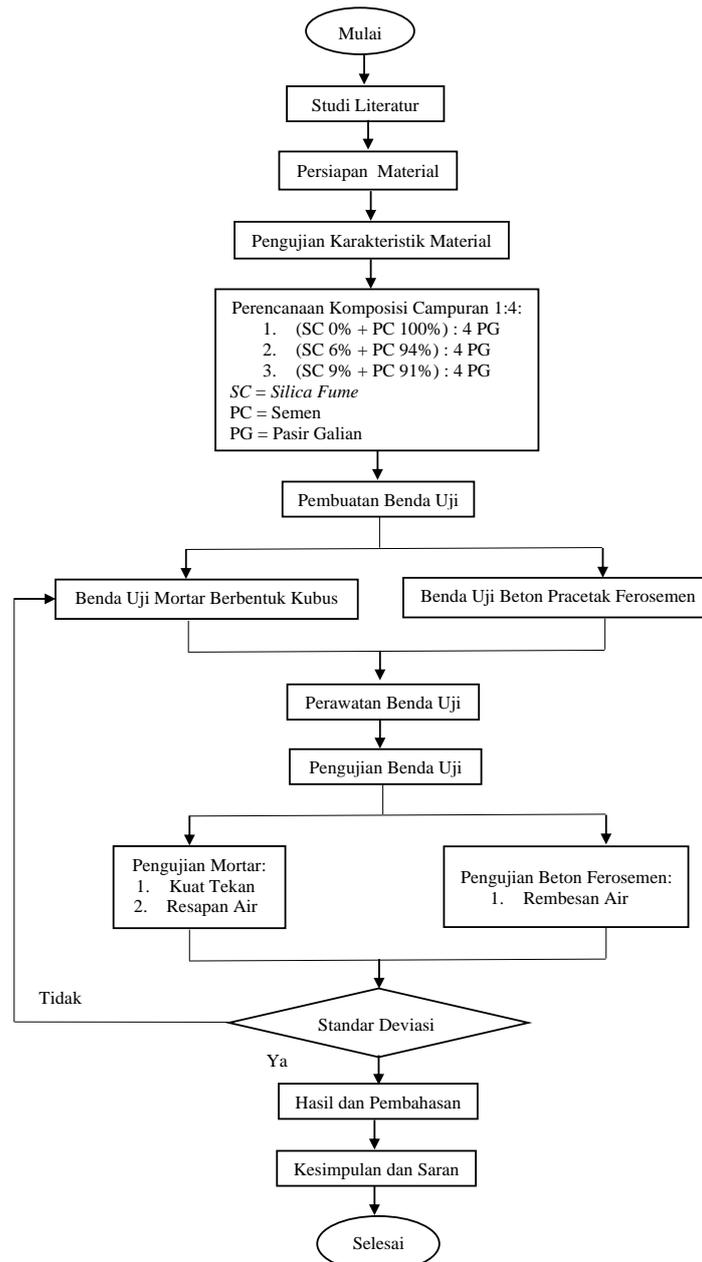
$$\text{Rembesan Air} = \frac{V_s - V_f}{V_f} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

- V_s = Volume Air Awal (cm³)
- V_f = Volume Air Akhir (cm³)

3. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Uji Beton Teknik Sipil Politeknik Negeri Banyuwangi. Pelaksanaan campuran mortar mengacu pada SNI 03-6825-2002 [4]. Untuk memudahkan perencanaan pekerjaan dan penelitian, maka dibuat flowchart yang mengacu pada langkah-langkah yang harus dilakukan sehingga diharapkan penelitian dapat dilakukan secara berurutan dan sistematis. *Flowchart* penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Pengujian Karakteristik Material

Hasil pengujian pada penelitian ini dimulai dengan melakukan pengujian material, yang terdiri dari pengujian agregat meliputi pengujian berat jenis yang mengacu pada 03-1970-2008 [8], kadar air resapan yang mengacu pada SNI 03-1971-1990 [9], analisa saringan yang mengacu pada SNI 03-1968-1990 [10], kadar lumpur yang mengacu pada SNI 03-4428-1997 [11], kelembaban yang mengacu pada 1991. SNI 03-2461-1991 [12]. Sedangkan pada pengujian semen yang meliputi pengujian berat jenis semen yang mengacu pada SNI 15-2531-1991 [13], kehalusan yang mengacu pada SNI 15-2530-1991 [14], konsistensi yang mengacu pada SNI 03-6826-2002 [15], dan waktu ikat yang mengacu pada SNI 03-6827-2002 [16]. Berikut hasil pengujian material yang dapat dilihat pada Tabel 1. , Tabel 2. , dan Tabel 3.

1. Hasil Pengujian Agregat Halus

Tabel 1. Hasil Pengujian Agregat Halus

No	Pengujian	Hasil
1	Berat Jenis	2,31
2	Kadar Air Resapan	0,11%
3	Analisa Saringan	334,5 mhb
4	Kadar Lumpur	0,07%
5	Kelembaban	0,03%

2. Hasil Pengujian Semen

Tabel 2. Hasil Pengujian Semen

No	Pengujian	Hasil
1	Berat Jenis	3,14
2	Kehalusan	13,50 mhb
3	Konsistensi	22,50%
4	Waktu Ikat	75 menit

3. Hasil Pengujian *Silica Fume*

Tabel 3. Hasil Pengujian *Silica Fume*

No	Pengujian	Hasil
1	Berat Jenis	2,20
2	Konsistensi	
	Semen+ <i>Silica fume</i> 6%	26,50%
	Semen+ <i>Silica fume</i> 9%	27%
3	Waktu Ikat	
	Semen+ <i>Silica fume</i> 6%	105 menit
	Semen+ <i>Silica fume</i> 9%	90 menit

4.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar

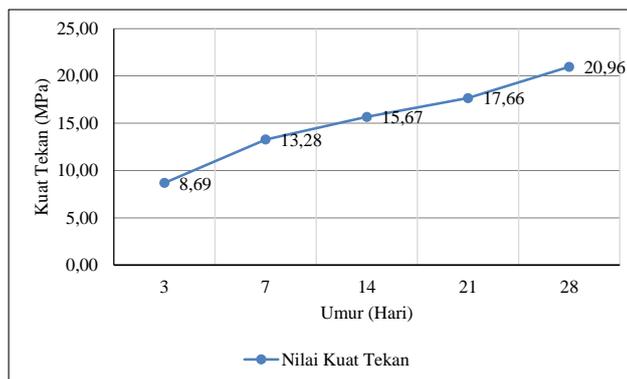
Pengujian kuat tekan dilakukan pada mortar umur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari. Sebelum dilakukan pengujian kuat tekan mortar, benda uji dikeluarkan dari dalam air kemudian diangin-anginkan pada suhu ruangan selama satu hari sebelum pengujian dilakukan. Setelah benda uji kering lalu ditimbang berat mortar kemudian dilakukan uji tekan mortar dengan meletakkan benda uji mortar pada mesin tekan.

4.2.1 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Normal (BN)

Mortar normal (BN) merupakan tanpa penambahan *silica fume* sebagai benda uji kontrol. Pada mortar normal (BN) diuji kuat tekan pada umur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari dengan masing-masing umur sebanyak 6 sampel benda uji, sehingga keseluruhan hasil uji tekan sebanyak 30 benda uji mortar normal (BN). Hasil pengujian kuat tekan mortar normal (BN) dapat dilihat pada Tabel 4. berikut.

Tabel 4. Hasil Kuat Tekan Mortar Normal (BN)

Umur Mortar (Hari)	Kuat Tekan (MPa)	Standar Deviasi (%)
3	8,69	5,17
7	13,28	4,26
14	15,67	1,28
21	17,66	3,42
28	20,96	3,28



Gambar 2. Grafik Kuat Tekan Campuran Normal (BN)

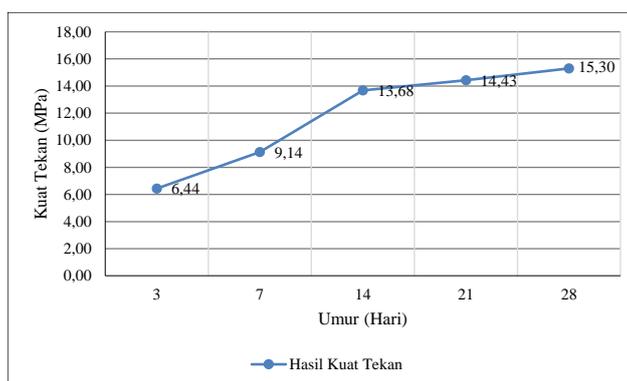
Berdasarkan Gambar 2. menunjukkan bahwa hasil kuat tekan mortar pada campuran normal mengalami peningkatan pada setiap umurnya dan telah memenuhi mutu rencana 17,2 MPa, dimana dapat dilihat pada umur 28 hari memiliki hasil rata-rata kuat tekan mortar sebesar 20,96 MPa. Sedangkan pada standar deviasi pengujian secara koefisien yang diperoleh nilai sebesar 3,28%. Hal tersebut sesuai dengan SNI 03-6815-2002 bahwa mortar ini termasuk dalam kategori “baik” dalam standar kontrol beton koefisien variasi, dimana nilai standar koefisien kategori baik yaitu 3,0%-4,0%.

4.2.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Campuran Silica Fume (6%)

Mortar dengan campuran *silica fume* 6% (BS-6%) merupakan mortar dengan campuran *silica fume* sebanyak 6% dari berat semen. Pada mortar campuran *silica fume* (BS-6%) diuji kuat tekan pada umur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari dengan masing-masing umur sebanyak 6 sampel benda uji, sehingga keseluruhan hasil uji tekan sebanyak 30 benda uji campuran *silica fume* (BS-6%). Hasil pengujian kuat tekan mortar *silica fume* (BS-6%). dapat dilihat pada Tabel 5. berikut.

Tabel 5. Hasil Kuat Tekan Mortar campuran (BS-6%)

Umur Mortar (Hari)	Kuat Tekan (MPa)	Standar Deviasi (%)
3	6,44	5,37
7	9,14	5,93
14	13,68	1,79
21	14,43	1,12
28	15,30	1,01



Gambar 3. Grafik Kuat Tekan Campuran Silica Fume (BS-6%)

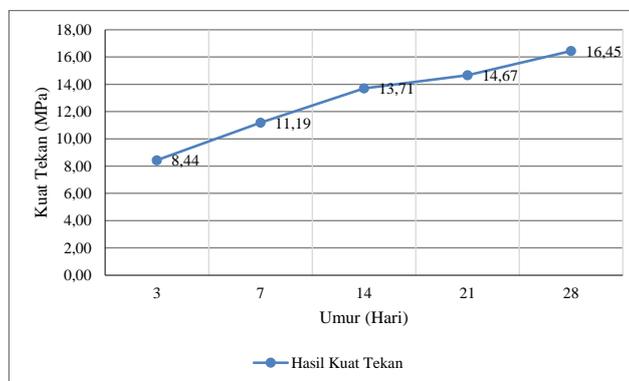
Berdasarkan Gambar 3. menunjukkan bahwa hasil kuat tekan mortar pada campuran BS-6% mengalami peningkatan pada setiap umurnya dimana dapat dilihat pada umur 28 hari memiliki hasil rata-rata kuat tekan mortar sebesar 15,30 MPa.. Sedangkan pada standar deviasi pengujian secara koefisien yang diperoleh nilai sebesar 1,01%, Hal tersebut sesuai dengan SNI 03-6815-2002 bahwa mortar ini termasuk dalam kategori “terbaik” dalam standar kontrol beton koefisien variasi, dimana nilai standar koefisien kategori baik yaitu < 2,0%.

4.2.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Campuran Silica Fume (BS-9%)

Mortar dengan campuran *silica fume* 9% (BS-9%) merupakan mortar dengan campuran *silica fume* sebanyak 9% dari berat semen. Pada mortar campuran *silica fume* (BS-9%) diuji kuat tekan pada umur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari dengan masing-masing umur sebanyak 6 sampel benda uji, sehingga keseluruhan hasil uji tekan sebanyak 30 benda uji campuran *silica fume* (BS-9%). Hasil pengujian kuat tekan mortar *silica fume* (BS-9%) dapat dilihat pada Tabel 3. berikut.

Tabel 6. Hasil Kuat Tekan Mortar campuran (BS-9%)

Umur Mortar (Hari)	Kuat Tekan (MPa)	Standar Deviasi (%)
3	8,44	2,20
7	11,19	4,41
14	13,71	1,81
21	14,67	3,01
28	16,45	2,44



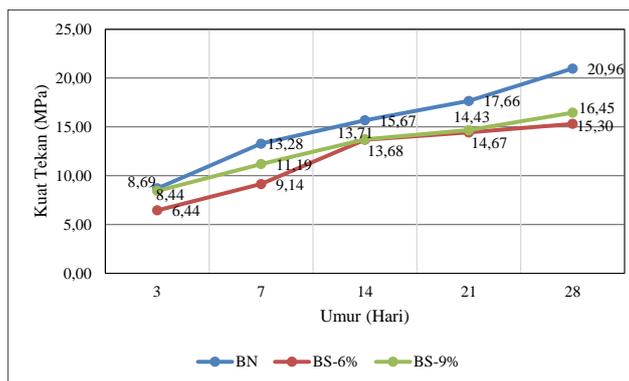
Gambar 4. Grafik Kuat Tekan Campuran *Silica Fume* (BS-9%)

Berdasarkan Gambar 4. menunjukkan bahwa hasil kuat tekan mortar pada campuran BS-9% mengalami peningkatan pada setiap umurnya dimana dapat dilihat pada umur 28 hari memiliki hasil rata-rata kuat tekan mortar sebesar 16,45 MPa. Sedangkan pada standar deviasi pengujian secara koefisien yang diperoleh nilai sebesar 2,44%. Hal tersebut sesuai dengan SNI 03-6815-2002 bahwa mortar ini termasuk dalam kategori “**sangat baik**” dalam standar kontrol beton koefisien variasi, dimana nilai standar koefisien kategori baik yaitu 2,0%-3,0%.

Sehingga, didapatkan rekapitulasi hasil uji kuat tekan mortar dari semua variasi dengan masing-masing umur mortar. Dari rekapitulasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 7. dan Gambar 5.

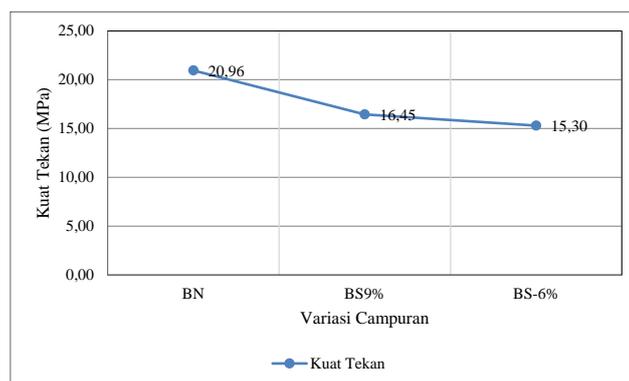
Tabel 7. Rekapitulasi Hasil Kuat Tekan Mortar

Kode Campuran	Nilai Kuat Tekan (MPa)				
	3 Hari	7 Hari	14 Hari	21 Hari	28 Hari
BN	8,69	13,28	15,67	17,66	20,96
BS-6%	6,44	9,14	13,68	14,43	15,30
BS-9%	8,44	11,19	13,71	14,67	16,45



Gambar 5. Grafik Hubungan Hasil Kuat Tekan dengan Umur Mortar

Berdasarkan Gambar 5. menunjukkan bahwa semua variasi campuran pada umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, dan 28 hari mengalami peningkatan kuat tekan mortar pada setiap umurnya. Hal tersebut berbeda dengan mortar yang terdapat penambahan campuran *silica fume* dengan persentase 6% dan 9% memiliki hasil kuat tekan yang lebih rendah dari hasil kuat tekan mortar dengan campuran normal. Sedangkan di umur 28 hari yang merupakan umur mortar mengalami kekuatan maksimum, maka dibuatlah rekapitulasi khusus pada nilai hasil uji kuat tekan mortar dari semua variasi di umur 28 hari. Berdasarkan nilai kuat tekan mortar rata-rata yang ada, dihasilkan grafik kuat tekan mortar yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Hasil Kuat Tekan Mortar 28 Hari

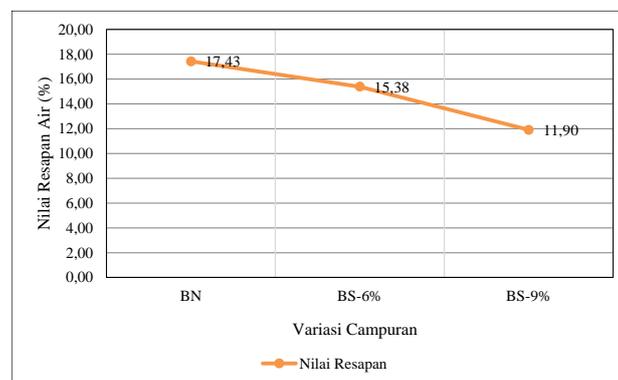
Berdasarkan Gambar 6. tersebut, nilai rata-rata pada mortar normal (BN) memiliki kuat tekan sebesar 20,96 MPa. Pada mortar campuran *silica fume* (BS-6%) mengalami penurunan sebesar 27,004% dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 15,30 MPa. Sedangkan pada mortar campuran *silica fume* (BS-9%) mengalami penurunan sebesar 21,517% dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 16,45 MPa. Nilai kuat tekan mortar pada penelitian ini bervariasi, karena pada masing-masing benda uji mortar berkaitan dengan campurannya. Hal ini adanya reaksi antara *silica fume* dengan semen dalam campuran tanpa aktivator yang membutuhkan lebih lama waktu ikat, sehingga memperlambat dalam proses pengerasan.

4.3 Hasil Pengujian Resapan Air Mortar

Pengujian resapan air dengan benda uji mortar dilakukan dengan jumlah 3 buah benda uji untuk masing-masing variasi campuran mortar dengan bahan *silica fume* sebagai bahan substitusi sebagian semen sebanyak 0%, 6%, dan 9%. Berikut hasil pengujian resapan air mortar dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pengujian Resapan Air Mortar

Variasi Campuran Normal (BN)				
Percobaan	Satuan	1	2	3
Berat Mortar Basah (m_b)	gram	258	254	256
Berat Mortar Kering Oven (m_k)	gram	220	216	218
Resapan Air $\frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\%$	%	17,27	17,59	17,43
Resapan Air Rata-rata	%	17,43		
Variasi Campuran Silica Fume (BS-6%)				
Percobaan	Satuan	1	2	3
Berat Mortar Basah (m_b)	gram	258	262	260
Berat Mortar Kering Oven (m_k)	gram	224	226	226
Resapan Air $\frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\%$	%	15,18	15,93	15,04
Resapan Air Rata-rata	%	15,38		
Variasi Campuran Silica Fume (BS-9%)				
Percobaan	Satuan	1	2	3
Berat Mortar Basah (m_b)	gram	252	256	254
Berat Mortar Kering Oven (m_k)	gram	226	227	228
Resapan Air $\frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\%$	%	11,50	12,56	11,65
Resapan Air Rata-rata	%	11,90		



Gambar 7. Hasil Resapan Air Mortar

Berdasarkan grafik pada Gambar 7. dapat dilihat bahwa semakin besar persentase silica fume maka semakin rendah nilai penyerapan air pada mortar. Nilai resapan maksimum yaitu sebesar 17,43% diperoleh dari sampel mortar normal dan nilai resapan minimum yaitu sebesar 11,90% diperoleh dari sampel mortar dengan campuran silica fume 9% yang mengalami penurunan sebesar 5,53%. %. Kondisi tersebut disebabkan karena butiran silica fume yang sangat kecil telah mengisi udara dalam campuran mortar dengan efisien dan mengurangi porositas.

4.4 Hasil Pengujian Rembesan Air Beton Pracetak Ferosemen

Pengujian rembesan dilakukan pada beton normal umur 28 hari. Sebelum dilakukan pengujian, 2 benda uji dipasang diatas papan terlebih dahulu, setelah itu benda uji diisi dengan air setinggi volume air yang telah ditentukan, kemudian diamati selama 24 jam.



Gambar 8. Proses Pengujian Rembesan Air

Hasil pengujian rembesan pada benda uji beton pracetak ferosemen normal dapat dilihat pada Tabel 9. berikut.

Diketahui:

Panjang : 120 cm

Tinggi air awal : 25 cm

Tinggi air akhir : 24,1 cm

Tabel 9. Hasil Perhitungan Rembesan Air

Keterangan	Satuan	Hasil
Volume Awal (Vs)	Cm ³	54300
Volume (Vf)	Cm ³	44820
Rembesan $\frac{V_s - V_f}{V_f} \times 100\%$	%	21

Berdasarkan hasil pengujian rembesan air, benda uji mengalami penurunan volume air dengan tinggi awal 25 cm setelah 24 jam tinggi air menurun menjadi 24,1 cm dari permukaan air sehingga didapatkan hasil nilai rembesan sebesar 21%. Dilihat dari pengamatan selama 24 jam tidak terjadi tetesan air pada permukaan beton pracetak ferosemen.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian bahwa penurunan terhadap benda uji kontrol sebesar 20,96 MPa. Kondisi ini terjadi adanya reaksi antara *silica fume* dengan semen dalam campuran tanpa aktivator yang membutuhkan lebih lama waktu ikat awal, sehingga memperlambat dalam proses pengerasan. Pada hasil resapan air mortar campuran *silica fume* nilai resapan air mortar campuran *silica fume* nilai resapan air menurun seiring dengan meningkatnya persentase penambahan *silica fume* yaitu sebesar 17,43% pada sampel mortar normal dan nilai resapan minimum yaitu sebesar 11,90% diperoleh dari sampel mortar dengan campuran *silica fume* 9% yang mengalami penurunan sebesar 5,53%. Kondisi tersebut disebabkan karena butiran *silica fume* yang sangat kecil telah mengisi udara dalam campuran mortar dengan efisien dan mengurangi porositas. Pada hasil pengujian rembesan air pada beton pracetak ferosemen yaitu sebesar 21%. Dilihat dari pengamatan selama 24 jam tidak terjadi tetesan air pada permukaan beton pracetak ferosemen. Berdasarkan pengujian karakteristik mortar dengan nilai resapan yang menurun seiring meningkatnya penambahan *silica fume*, maka campuran *silica fume* dapat digunakan untuk membuat beton pracetak ferosemen.

References

- [1] [PUPR] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2021. Modul Ferosemen. Dalam e-Learning Litbang PU. [internet]. [Diakses 7 Juni 2023]. Tersedia di: <http://elearning.litbang.pu.go.id/modul/ferosemen>.
- [2] ACI Committee 234. 2019. Guide For The Use of Silica Fume in Concrete (Report No. 234R-18). American Concrete Institute.
- [3] PUPR] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2022. Teknologi Beton Ferosemen. Dalam e-Learning Litbang PU. [internet]. [Diakses 7 Juni 2023]. Tersedia di: <http://elearning.litbang.pu.go.id/teknologi/beton-ferosemen>.
- [4] [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2002. SNI 03-6825-2002. Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland Untuk Pekerjaan Sipil. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [5] [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2002. SNI 03-6815-2002. Tata Cara Mengevaluasi Hasil Uji Kuat Tekan Beton. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [6] utriyono, B., Trimurtiningrum, R., & Rizkiardi, A. 2018. Pengaruh Silica fume sebagai Substitusi Semen terhadap Nilai Resapan dan Kuat Tekan Mortar (Hal. 12-21). RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil, 4(4), 12. <https://doi.org/10.26760/rekaracana.v4i4.12>
- [7] Pratiwi, C., Sambowo, K. A., & Supardi. (2014). Tinjauan Beban Lentur Dan Rembesan Air Pada Genteng Dengan Bahan Tambah Limbah Serbuk Kaca. e-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL Vol. 2 No.1.
- [8] [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2008. SNI 03-1970:2008. Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [9] [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 1990. SNI 03-1971-1990. Metode Pengujian Kadar Air Agregat. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [10] [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 1990. SNI 03-1968-1990. Metode Pengujian Tentang Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [11] [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 1997. SNI 03-4428-1997. Metode Pengujian Halus atau Pasir Yang Mengandung Bahan Plastik dengan Cara Setara Pasir. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [12] [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 1991. SNI 03-2461-1991. Spesifikasi Agregat Ringan Untuk Beton Struktural. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [13] [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 1991. SNI 15-2531-1991. Metode Pengujian Berat Jenis Semen Portland. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [14] [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 1991. SNI 15-2530-1991. Metode Pengujian Kehalusan Semen Portland. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [15] [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2002. SNI 03-6826-2002. Pengujian Konsistensi Normal Semen Portland Dengan Alat Vicat Untuk Pekerjaan Sipil. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [16] [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2002. SNI 03-6827-2002. Metode Pengujian Waktu Ikut Awal Semen Portland Dengan Menggunakan Alat Vicat Untuk Pekerjaan Sipil. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.