

PENGARUH *SILICA FUME* SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON MUTU TINGGI

Rian Agustian¹⁾ Khadavi²⁾ Zufrimar³⁾

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Bung Hatta Padang

Email: 1rianagustian121417@gmail.com 2khadavi@bunghatta.ac.id 3zufrimar@bunghatta.ac.id

ABSTRAK

Silica fume (SF) adalah material *pozzolan* yang halus, dimana komposisi silika lebih banyak dari pada semen. Berdasarkan sifat fisiknya, *silica fume* memiliki ukuran partikel yang sangat halus dengan ukuran 0,1-0,2 micrometer, mampu mengisi rongga-rongga dan mengakibatkan diameter pori mengecil. *Silica fume* memiliki kandungan SiO_2 yang tinggi, jika bereaksi terhadap air menghasilkan C-S-H sehingga meningkatkan kuat tekan beton. Penelitian dilakukan dengan membandingkan beton tanpa substitusi (TS), terhadap SF 7,5% dan 10% dengan hasil berturut-turut nilai kuat tekan $fc'40$ karakteristik adalah (TS) $fc'40,481$ MPa, untuk SF 7,5% $fc' 42,463$ MPa dan SF 10% $fc' 46,426$ MPa.

Kata kunci: Beton, Kuat Tekan, *Silica fume*

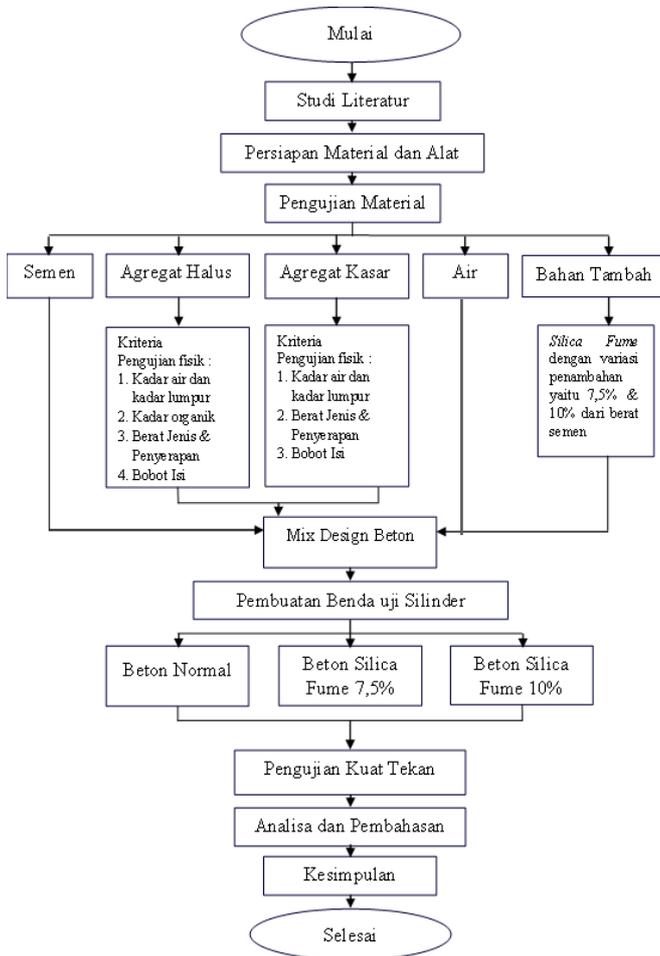
PENDAHULUAN

Penelitian tentang beton yang terus berlangsung pada saat ini, untuk mendapatkan beton berkualitas baik dan bermutu tinggi. Beton mutu tinggi adalah beton yang mempunyai kuat tekan (fc') diatas atau sama dengan 40 Mpa mempunyai kepadatan tinggi, susut dan rangkak yang kecil, serta mencakup kekuatan dan ketahanan (keawetannya) [1]. Berdasarkan sifat fisik dan kimia yang dimiliki oleh *silica fume* tersebut. *Silica fume* adalah material *pozzolan* yang halus, dimana komposisi silika lebih banyak dihasilkan dari tanur tinggi atau sisa produksi silikon atau *alloy* besi silikon (dikenal sebagai gabungan antara micro silika dengan *silica fume*). Ditinjau dari sifat fisik, *silica fume* memiliki ukuran partikel yang sangat halus dari semen yaitu berukuran 0,1-0,2 micrometer. Sehingga dengan partikelnya yang halus ini *silica fume* mampu mengisi rongga-rongga diantara bahan semen, dan mengakibatkan diameter pori mengecil serta total volume pori juga berkurang. Kalau kita tinjau dari sifat kimianya, *silica fume* memiliki reaksi yang bersifat *pozzolan* yang bereaksi terhadap batu kapur, karena memiliki kadar SiO_2 yang tinggi dapat membuat Ca(OH)_2 serta SiO_2 bereaksi kemudian menghasilkan C-S-H [2]. Berdasarkan dari penelitian terdahulu, penggunaan silika fume sebagai bahan tambahan semen pada beton mutu tinggi

dengan variasi silika fume 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, 10%. Dengan campuran bahan tambah berupa *superplasticizer (Consol SS-74)* dengan persentase 0,4%. Dari hasil penelitian yang dilakukan, nilai kuat tekan beton tertinggi diperoleh pada persentase 5% baik pada umur 7, 14, dan 28 hari berturut-turut nilainya adalah 43,4 Mpa, 46,3 Mpa, dan 55,8 Mpa [2]. Berdasarkan penelitian yang membahas "Pengaruh *Silica fume* sebagai Substitusi Semen terhadap Nilai Resapan dan Kuat Tekan". Persentase *silica fume* bervariasi 0%, 5%, 10%, 12% dan 15%. Hasil pengujian menunjukkan nilai resapan minimum adalah 3,276% diperoleh campuran dengan 15% *silica fume* dan kuat tekan maksimum 312,574 kg/cm^2 diperoleh campuran dengan 8% *silica fume* [3]. Maka pada penelitian ini bertujuan merancang beton mutu tinggi dengan menggunakan bahan pengganti sebagian semen dengan *silica fume (SF)* tanpa bahan tambahan lainnya, dan kuat tekan yang ditargetkan pada penelitian ini ≥ 40 Mpa. Untuk variasi SF 7,5% dan SF 10% dari berat semen yang dianjurkan. Dengan benda uji yang digunakan berupa cetakan silinder 15 cm x 30 cm pada umur 7, 14, dan 28 hari. Penelitian ini dilakukan selama kurang lebih 30 hari, dengan menggunakan metode penelitian eksperimental.

METODE

Dalam penelitian kali ada beberapa tahapan yang perlu dilakukan, antara lain:



Gambar 1. Tahapan penelitian (data peneliti,2023)

Penelitian ini dilakukan di *Batching Plant* PT. Statika Mitra Sarana, Padang Pariaman. Material yang akan digunakan selama pengujian adalah semen portland tipe I, pasir, kerikil, air, serta *silica fume*. Berikut merupakan spesifikasi material yang digunakan :

1. Semen Portland Tipe I dengan merek Semen Padang.
2. Agregat yang digunakan dari laboratorium PT. Statika Mitra Sarana berasal dari Padang Panjang.
3. *Silica fume* dari PT. Sika Indonesia.

Pada penelitian ini, terdapat 3 macam campuran beton yang akan digunakan yaitu beton tanpa substitusi (TS) 0%, variasi *silica fume* (SF) 7,5%, dan variasi *silica fume* (SF) 10% dari berat

semen yang digunakan, serta benda uji yang digunakan berupa silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm, jumlah benda uji yang akan dibuat berjumlah 27 sampel.

Tabel 1. Ukuran penampang dan jumlah benda uji Silinder

Kode	Benda uji	Dimensi (cm)	Umur (hari)		
			7	14	28
TS-0 %	Silinder	15 x 30	3	3	3
SF-7.5 %	Silinder	15 x 30	3	3	3
SF-10 %	Silinder	15 x 30	3	3	3
Jumlah			9	9	9
Total			27		

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Agregat

berikut merupakan hasil yang diperoleh dari pengujian agregat halus dan kasar:

Tabel 2. Hasil Pengujian Material Agregat Halus dan Kasar (Data Peneliti,2023)

No	Pengujian	Agregat Halus	Agregat Kasar
1	Kadar lumpur agregat halus	2,32%	0,96%
2	Kadar air agregat halus	2,99%	2,32%
3	Berat jenis agregat halus	2,67	2,71
4	Bobot isi agregat halus	1,36 kg	1,37 kg
5	Kadar organik agregat halus	3%	-
6	Modulus Kehalusan	2,55	6,67

2. Rencana Campuran Beton

Pada penelitian beton yang dirancang memiliki kuat tekan sebesar 40 Mpa karakteristik dengan variasi *silica fume* yang digunakan yaitu 0%, 7,5%, dan 10% dari berat semen. *Silica fume* yang digunakan, berperan sebagai bahan tambah dalam campuran beton serta untuk benda uji

yang digunakan berupa silinder 15 x 30. Berdasarkan *Mix Design* (SNI 7656-2012), hasil dari perhitungan proporsi campuran yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

Tabel 3. Rancangan proporsi untuk masing-masing 1 benda uji silinder (Data Peneliti, 2023)

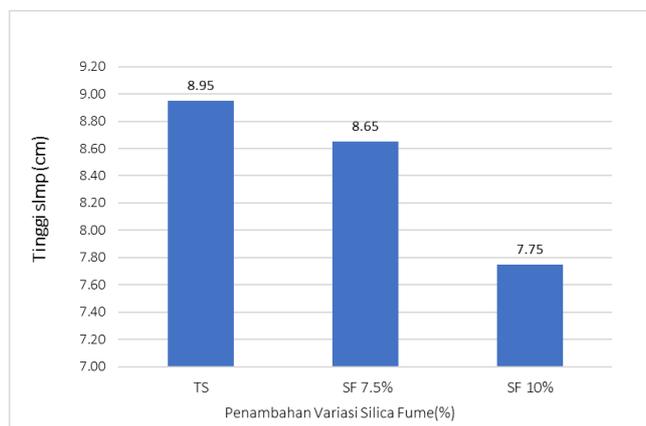
Kode	Semen (kg)	Silica fume (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Air
BTS 0%	2,59	0	4,06	4,84	1,13
BSF 7.5%	2,39	0,19	4,06	4,84	1,13
BSF 10%	2,33	0,26	4,06	4,84	1,13

3. Analisa Hasil Pengujian Hasil Pengujian Slump

Pada penelitian ini, nilai slump yang digunakan berdasarkan SNI 7656-2012 yaitu 75-100 mm. Berikut hasil pemeriksaan nilai rata-rata slump pada masing-masing variasi campuran beton:

Tabel. 4 hasil pemeriksaan slump (Data peneliti, 2023)

No	Silica fume	Tinggi Rata (cm)
1	BTS + 0%	8,95
2	BSF + 7.5%	8,65
3	BSF + 10%	7,75



Gambar 2. Grafik pengujian nilai slump rata-rata (Data peneliti, 2023)

Berdasarkan Tabel 4. hasil pemeriksaan slump,

untuk beton tanpa substitusi (TS) didapatkan nilai slump rata-rata sebesar 8,95 cm, menunjukkan campuran beton cukup workable atau memiliki kelecakan yang baik dan tidak terlalu encer.

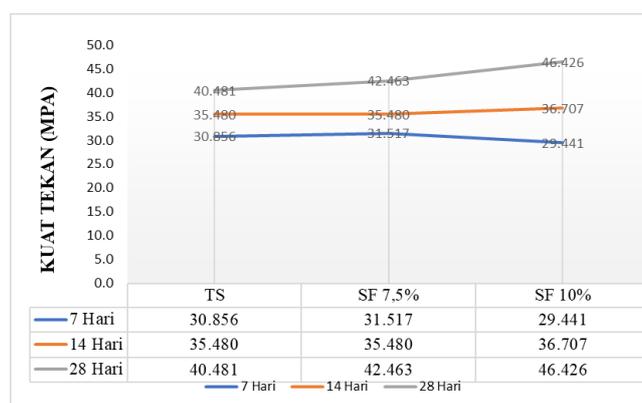
Seiring dengan penambahan variasi *silica fume* pada campuran beton, terjadi penurunan terhadap nilai slump rata-rata, yaitu variasi SF 7.5% sebesar 8,65 cm, dan variasi SF 10% sebesar 7,75 cm. hal ini disebabkan karena penambahan *silica fume* cenderung mengurangi nilai slump karena *silica fume* memiliki permukaan yang sangat halus dan cenderung menyerap air, sehingga campuran menjadi kental dan kaku.

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Setelah beton melalui proses curing atau perawatan, dilakukan pengujian kuat tekan beton pada umur 7 hari, 14 hari, dan umur 28 hari.

Tabel. 5 Perbandingan kuat tekan beton tanpa substitusi dengan variasi *silica fume*

Umur (hari)	BTS + 0%	BSF + 7,5%	BSF + 10 %
7 hari	30,856	31,517	29,441
14 hari	35,480	35,480	36,707
28 hari	40,481	42,463	46,426



Gambar. 3 Grafik perbandingan kuat tekan beton

Pada Gambar. 3 bisa kita lihat untuk kuat tekan beton pada umur 7 hari penggunaan *silica fume* dengan variasi *Silica fume* 7,5% (SF 7,5%) mengalami peningkatan dengan kuat tekan beton sebesar 31,517 MPa atau peningkatan sebesar 2,14% dari beton tanpa substitusi.

Sedangkan untuk variasi SF 10% pada umur 7 hari mengalami penurunan sebesar 29,441 MPa atau penurunan sebesar 4,5%.

Pada umur 14 hari berdasarkan Gambar 4.5 Grafik perbandingan kuat tekan beton, SF 7,5% memiliki kuat tekan beton sebesar 35.480 MPa. Sedangkan untuk SF 10% Kuat tekan beton yang diperoleh sebesar 36.707 MPa mengalami kenaikan sebesar 3.45% dari beton tanpa substitusi.

Pada Gambar 4.7 bisa dilihat untuk kuat tekan beton yang menggunakan *silica fume* 7,5% mengalami peningkatan pada umur 28 hari sebesar 42,463 MPa atau kenaikan sebesar 4,89%. Sedangkan untuk variasi penggunaan *silica fume* 10% pada umur 28 hari sebesar 46,426 MPa atau kenaikan sebesar 14,68%. Peningkatan ini tinjau dari kuat tekan beton tanpa substitusi yakni nilai kuat 40,481 MPa.

Berdasarkan hasil perbandingan kuat tekan yang terdapat pada Gambar 4.7 penambahan *silica fume* cenderung meningkatkan kuat tekan beton secara signifikan pada usia 28 hari. Hal ini terutama terlihat pada beton dengan SF 10%, yang menunjukkan peningkatan yang lebih besar dibandingkan dengan beton tanpa substitusi TS dan SF 7,5%. Hal ini disebabkan oleh reaksi pozzolanic yang lebih intensif dari *silica fume* yang memperbaiki ikatan mikrostruktur dalam beton dan mengisi rongga-rongga dalam campuran.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium PT. Statika Mitra Sarana didapatkan kesimpulan bahwa dengan penambahan *silica fume* (SF) 7,5%, terjadi peningkatan kuat tekan beton pada umur 7 hari sebesar 2,14% dibandingkan beton tanpa substitusi (TS) dengan kuat tekan yang dihasilkan sebesar 31,517 MPa. Namun pada umur 28 hari beton dengan variasi Beton (SF 7,5%) mengalami kenaikan sebesar 4,89% dibandingkan dengan Beton (TS) dengan kuat tekan sebesar 42,463 MPa.

Seiring dengan penambahan variasi *silica fume* pada campuran beton, dengan variasi (SF 10%), diumur 7 hari sempat mengalami penurunan kuat tekan sebesar 4,59% dari beton tanpa substitusi. Namun dengan bertambahnya umur beton, kuat tekan yang dihasilkan pada beton

variasi SF 10% mengalami kenaikan yang signifikan, diumur 14 hari sebesar 3,45%, diumur 28 hari kenaikan yang terjadi sebesar 14,68% dibandingkan dengan beton tanpa substitusi (TS). Mengindikasikan pengaruh penambahan *silica fume* sebagai substitusi sebagian dari semen ini, berperan baik terhadap kenaikan yang signifikan terhadap kuat tekan beton umur 28 hari dan mencapai mutu rencana beton yang dirancang pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Miranty, R., 2014. Pengaruh Penggunaan *Silica fume*, Fly Ash, Dan Superplastisizer Pada Beton Mutu Tinggi Memadat Sendiri, Yogyakarta: Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya.
- [2] Davendra, V. & Trimurtiningrum, R., 2022. Pengaruh *Silica fume* Sebagai Bahan Tambah Terhadap Karakteristik Beton Mutu Tinggi. *Journal Of Civil Engineering Project*, Volume 5, P. 2.
- [3] Sutriyono, B., Trimurtiningrum, R. & Rizkiardi, A., 2018. Pengaruh *Silica fume* Sebagai Substitusi Semen Terhadap Nilai Resapan Dan Kuat Tekan Mortar. *Reka Racana Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 4(4), Pp. 12-21.
- [4] SNI-7656, 2012. Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. S.L.:Badan Standar Nasional.