

Studi Perencanaan Campuran Beton dengan Penambahan Superplasticizer dan Penggunaan Silica Fume Sebagai Pengganti Sebagian Semen

The Study of Concrete Mixture Planning with the Addition of Superplasticizer and the use of Silica Fume as a Substitute of Cement

Israel Padang¹⁾

Universitas Kristen Indonesia Toraja

Jln. Nusantara 12 Makale, Kelurahan Bombongan, Kecamatan Makale, Kota Makale 91811, Sulsel

¹⁾civilrael1107@gmail.com

Abstrak

Salah satu masalah yang sangat berpengaruh pada kuat tekan beton adalah adanya porositas, yang juga dipengaruhi oleh besar dan kecilnya faktor air semen yang digunakan. Untuk mengurangi masalah tersebut dapat digunakan bahan tambah untuk memperbaiki kinerja kekuatan beton, terutama untuk beton mutu tinggi yaitu silica fume dan superplasticizer. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan superplasticizer dan silica fume sebagai pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan beton mutu tinggi.

Dalam penelitian ini digunakan metode eksperimental dengan melakukan pengujian sampel dengan komposisi superplasticizer sebanyak 1% untuk semua variasi dan penggunaan silica fume sebanyak 1% untuk semua variasi dan penggunaan silica fume sebagai pengganti semen sebanyak 5%, 10% dan 15% dari berat semen menggunakan benda uji silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, $f'c$ rencana 40 MPa yang diuji pada umur 28 hari dengan terlebih dahulu dilakukan perawatan sebelum pengujian.

Penelitian ini diperoleh kuat tekan beton normal pada umur 28 hari yaitu 39,632 Mpa, untuk penambahan superplasticizer 1% dan silica fume 5% $f'c=43,878$ Mpa, dan untuk penambahan superplasticizer 1% dan silica fume 10% $f'c=44,161$ Mpa. Kemudian untuk penambahan superplasticizer 1% dan silica fume 15% $f'c=46,992$ Mpa. Berdasarkan hasil tersebut, menunjukkan bahwa penambahan superplasticizer 1% dan silica fume 15% sebagai pengganti sebagian semen dapat menambah kuat tekan beton mutu tinggi.

Kata Kunci : Beton Mutu Tinggi, Silica Fume, Superplasticizer, Kuat Tekan

Abstract

One of the problems that greatly affects the compressive strength of concrete is the presence of porosity, which is also influenced by the size and size of the cement water factor used. To reduce this problem, additives can be used to improve the strength performance of concrete, especially for high strength concrete, namely silica fume and superplasticizer. The purpose of this study was to determine the effect of adding superplasticizer and silica fume as a partial substitute for cement on the compressive strength of high strength concrete.

In this study an experimental method was used by testing a sample with a superplasticizer composition of 1% for all variations and the use of silica fume as a partial replacement for cement at 5%, 10%, and 15% of the weight of cement using a cylinder specimen of 15 cm diameter and 30 cm, $f'c$ plan 40 MPa tested at the age of 28 days with treatment before testing

In this study, the normal compressive strength of concrete at 28 days was 39.632 Mpa, for the addition of 1% superplasticizer and 5% silica fume $f'c = 43.878$ Mpa, and for the addition of 1% superplasticizer and 10% silica fume $f'c = 44.161$ Mpa. Then for the addition of 1% superplasticizer and 15% silica fume $f'c = 46,992$ Mpa. Based on these results, it shows that the addition of 1% superplasticizer and 15% silica fume as a substitute for some cement can increase the compressive strength of high quality concrete.

Keywords: High Quality Concrete, Silica Fume, Superplasticizer, Compressive Strength

1. PENDAHULUAN

Pengertian umum beton adalah campuran dari agregat halus dan agregat kasar (pasir, kerikil, batu pecah, atau jenis agregat lain) dengan semen, yang dipersatukan oleh air dalam perbandingan tertentu. Beton sendiri merupakan bahan konstruksi yang mempunyai peranan yang semakin luas seiring dengan laju pembangunan saat ini.

Perencanaan pada fasilitas- fasilitas umum mengarah pada penggunaan beton mutu tinggi, dimana dalam produksi beton mutu tinggi membutuhkan penelitian dan perhatian yang lebih jauh terhadap control kualitasnya daripada beton konvensional. Salah satu yang mempengaruhi kekuatan beton mutu tinggi yaitu porositas yang dimana jika porositasnya tinggi, akan membuat beton menjadi keropos yang mengakibatkan

menurunnya kuat tekan beton. Untuk mengatasi hal tersebut, maka digunakan superplasticizer dan silica fume.

Silica fume merupakan bahan yang mengandung SiO_2 lebih besar dari 85% dan merupakan bahan yang sangat halus berbentuk bulat dan berdiameter 1/100 diameter semen^[1]. Silica fume mempunyai peran penting terhadap pengaruh sifat kimia dan bentuk mekanik beton. Ditinjau dari sifat kimia, secara geometris silica fume mengisi rongga-rongga antara bahan semen, sehingga total volume pori berkurang. Sedangkan sifat mekaniknya, silica fume memiliki reaksi yang bersifat pozzolan yang bereaksi terhadap batu kapur yang dilepas semen.

Superplasticizer adalah bahan tambah kimia yang melarutkan gumpalan-gumpalan dengan cara melapisi pasta semen sehingga semen dapat tersebar dengan merata pada adukan beton dan mempunyai pengaruh dalam meningkatkan workability beton sampai pada tingkat yang cukup besar. Bahan ini digunakan dalam jumlah yang relatif sedikit karena sangat mudah mengakibatkan terjadinya bleeding. *Superplasticizer* dapat mereduksi air sampai 40% dari campuran awal.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan superplasticizer dan silica fume sebagai bahan pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan beton mutu tinggi.
2. Untuk mengetahui besar penambahan nilai kuat tekan beton yang dihasilkan dengan penambahan superplasticizer dan silica fume sebagai pengganti sebagian semen.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Kristen Indonesia Toraja yang terletak di Kakondongan, Kec. Tallunglipu, Kab. Toraja Utara.

2.1. Bahan Penelitian

- a. Agregat kasar yang digunakan adalah agregat yang berasal dari daerah Lampan (Pangli), Kabupaten Toraja Utara.
- b. Agregat halus yang digunakan berasal dari sungai Tapparan, Kec. Rantetayo, Kab. Tana Toraja.
- c. Silica fume sebagai bahan pengganti semen untuk sampel benda uji beton diperoleh melalui distributor resmi PT. Sika Indonesia di Makassar.
- d. Superplasticizer sebagai bahan untuk mempermudah pelaksanaan pembuatan sampel benda uji beton diperoleh melalui distributor PT. Sika Indonesia di Makassar.
- e. Semen yang dipakai dalam penelitian ini semen tiga roda tipe PCC (*Portland Composite Cement*).
- f. Air yang digunakan yaitu air bersih yang berada di Kampus 2 UKI Toraja.

2.2. Alat

- a. Cetakan berbentuk silinder 15 cm x 30 cm
- b. Saringan/ayakan ukuran 1½'', 1'', 3/4'', 3/8'', No 4, No 8, No 16, No 30, No 50, No 100, No 200
- c. Timbangan
- d. Talang
- e. Sendok spesi
- f. Penumbuk (tamper)
- g. Oven

2.3. Pelaksanaan Penelitian

Secara garis besar pelaksanaan penelitian meliputi:

- a. Standar yang digunakan untuk pengujian material pembentuk beton adalah standar American Society for Testing and Materials (ASTM) "1993 Annual Book of ASTM Standard" volume 04.02 Concrete and Aggregates.
- b. Rencana campuran dilakukan apabila semua pemeriksaan material sudah memenuhi standar SNI dan ASTM.
- c. Pembuatan benda uji menggunakan cetakan silinder berukuran 15x30 cm yang terbuat dari besi.
- d. Umur dan jumlah benda uji untuk pengujian kuat tekan yang dilakukan terhadap beton yang menggunakan silica fume dan superplasticizer yaitu pada umur 3, 7, 14 dan 28 hari dimana setiap pengujian, masing-masing diuji sebanyak 12 sampel.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pemeriksaan Bahan Susun

Dari pengujian agregat halus, berdasarkan spesifikasi ASTM semua jenis pengujian memenuhi. Dimana didapatkan kadar lumpur 0,52%, berat jenis (Bulk) 2,42, berat jenis jenuh kering permukaan (SSD) 2,52, berat jenis semu (Apparent) 2,68, dan penyerapan (Absorption) 4,99%.

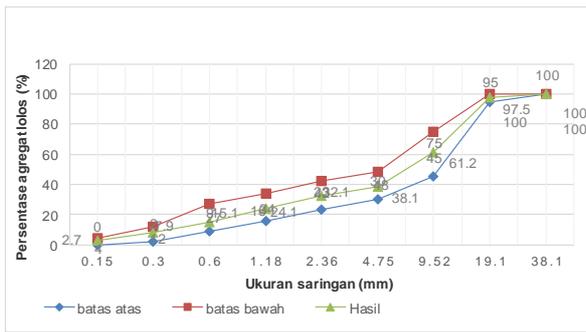
Hasil pengujian agregat kasar didapat kadar lumpur 0,6%, berat jenis (bulk) 2,47%, berat jenis jenuh kering permukaan (SSD) 2,50%, berat jenis semu (Apparent) 2,56%, penyerapan 1,47% dan abrasi (keausan) 25,75%.

3.2. Penggabungan Agregat

Penggabungan agregat dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu: cara coba-coba, cara diagonal, cara grafis dan cara analitis. Berdasarkan dari hasil analisa saringan agregat kasar dan agregat halus, maka didapatkan grafik analisa kombinasi antara kedua agregat kasar dan agregat halus.

Berdasarkan grafik 1. dapat diketahui bahwa hasil berada diantara batas atas dan batas bawah sehingga ukuran butiran agregat maksimum adalah 20 mm. Gradasi agregat campuran bertujuan untuk mengetahui besar butir agregat dan untuk mencari presentase agregat mix desain.

Grafik 1. Analisa Kombinasi antara Agregat Kasar dan Agregat Halus



3.3. Rancangan campuran Beton

Volume 1 silinder yaitu 0,0053 m³. Proporsi campuran beton normal untuk 1 buah benda uji silinder ditunjukkan pada tabel 1.:

Tabel 1. Proporsi Campuran Beton Normal untuk 1 Buah Benda Uji Silinder

No	Bahan- bahan	Berat Jenis (kg/m ³)	Berat (kg)
1	Semen	576	3,053
2	Air	190	1,007
3	Pasir	558,3	2,958
4	Batu Pecah	950,7	5,038

Untuk proporsi *silica fume* untuk 1 buah benda uji silinder ditunjukkan pada tabel 2, tabel 3 dan tabel 4.

Tabel 2. *Silica fume* 5% dan *Superplasticizer* 1%

No	Bahan- bahan	Berat Jenis (kg/m ³)	Berat (kg)
1	Semen	576	2,900
2	Air	190	1,007
3	Pasir	558,3	2,958
4	Batu Pecah	950,7	5,038
5	<i>Silica Fume</i>	0,153	
6	<i>Superplasticizer</i>	0,031	

Tabel 3. *Silica fume* 10% dan *Superplasticizer* 1%

No	Bahan- bahan	Berat Jenis (kg/m ³)	Berat (kg)
1	Semen	576	2,748
2	Air	190	1,007
3	Pasir	558,3	2,958
4	Batu Pecah	950,7	5,038
5	<i>Silica Fume</i>	0,305	
6	<i>Superplasticizer</i>	0,031	

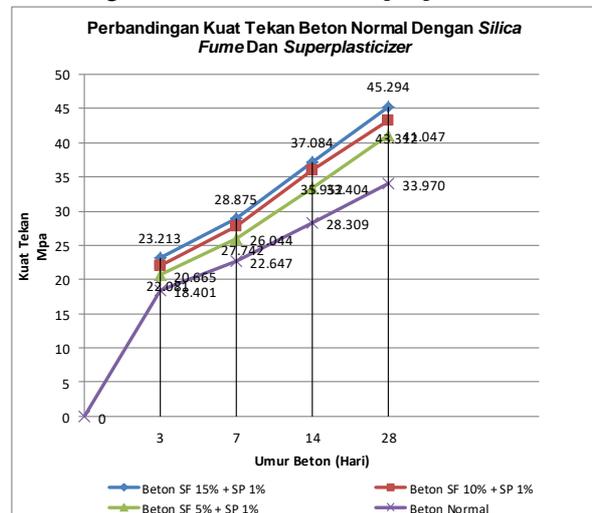
Tabel 4. *Silica fume* 15% dan *Superplasticizer* 1%

No	Bahan- bahan	Berat Jenis (kg/m ³)	Berat (kg)
1	Semen	576	2,595
2	Air	190	1,007
3	Pasir	558,3	2,958
4	Batu Pecah	950,7	5,038
5	<i>Silica Fume</i>	0,458	
6	<i>Superplasticizer</i>	0,031	

3.4. Analisa Hasil Perhitungan Kuat Tekan Beton

Setiap pengujian, digunakan 3 sampel untuk setiap varian. Hasil perbandingan kuat tekan beton normal dengan *Silica Fume* dan *Superplasticizer* ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan kuat tekan beton normal dengan *Silica Fume* dan *Superplasticizer*

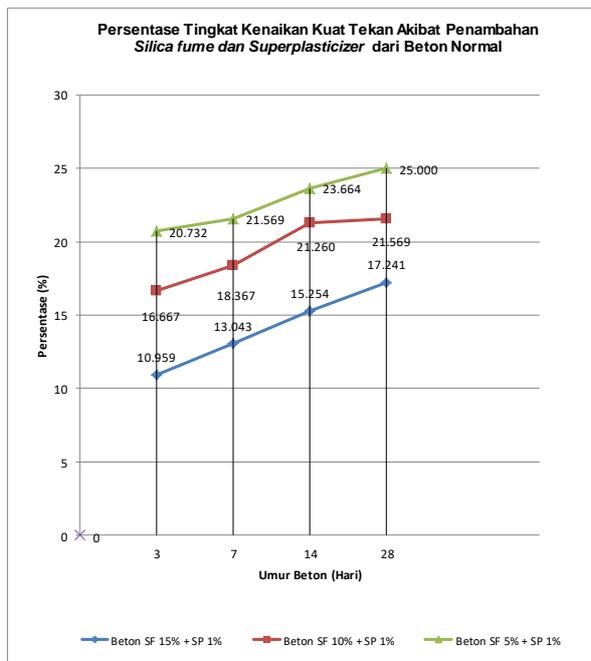


Terlihat pada hari ke 3 kuat tekan terendah benda uji normal sebesar 18,401 Mpa sementara kuat tekan terendah benda uji yang menggunakan *silica fume* 5%, 10%, 15% dan *superplasticizer* 1% sebesar 20,665 Mpa, 22,081 Mpa, dan 23,213 Mpa. Sementara pada hari ke 7 kuat tekan terendah benda uji normal sebesar 22,647 Mpa sementara kuat tekan terendah benda uji yang menggunakan *silica fume* 5%, 10%, 15% dan *superplasticizer* 1% sebesar 26,044 Mpa, 27,742 Mpa dan 28,875 Mpa. Pada hari ke 14 kuat tekan terendah benda uji normal sebesar 28,309 Mpa sementara kuat tekan terendah benda uji yang menggunakan *silica fume* 5%, 10%, 15% dan *superplasticizer* 1% sebesar 33,404 Mpa, 35,952 Mpa, dan 37,084 Mpa. Pada hari ke 28 hari kuat tekan terendah benda uji normal 33,970 Mpa sementara kuat tekan terendah benda uji yang menggunakan *silica fume* 5%, 10%, 15% dan *superplasticizer* 1% sebesar 41,047 Mpa, 43,312 Mpa, dan 45,294 Mpa.

Persentase kuat tekan beton normal dengan beton yang menggunakan *silica fume* 5%, 10%, 15% dan *superplasticizer* 1% pada umur 3, 7, 14, dan 28 hari. Untuk angka keamanan maka digunakan nilai kuat tekan terendah).

Untuk presentase tingkat kenaikan kuat tekan akibat penambahan *silica fume* dan *Superplasticizer* dari beton normal ditunjukkan pada grafik 3.

Grafik 3. Presentase Tingkat Kenaikan Kuat Tekan Akibat Penambahan *Silica Fume* dan *Superplasticizer* dari Beton Normal



4. KESIMPULAN

Berdasarkan kompilasi data dan hasil penelitian yang dilakukan penulis, maka dapat disimpulkan bahwa hasil penelitian dengan penambahan *superplasticizer* dan *silica fume* sebagai bahan pengganti sebagian semen dapat menambah kuat tekan beton mutu tinggi karena dari hasil penelitian memperlihatkan bahwa kuat tekan beton yang menggunakan *superplasticizer* 1% dan *silica fume* 15% lebih tinggi yaitu Kuat tekan minimum sebesar 45,294 Mpa dibanding kuat tekan beton normal yaitu 35,669 Mpa pada umur 28 hari Kuat tekan maksimum sebesar 46.992 Mpa dibanding kuat tekan beton normal yaitu 39,632 Mpa pada umur 28 hari . Penambahan nilai kuat tekan beton mutu tinggi yang dihasilkan dengan penambahan *superplasticizer* 1% dan *silica fume* 15% dan dari beton normal pada umur 28 hari yaitu : Kuat tekan minimum sebesar 9,625 Mpa, Kuat tekan maksimum sebesar 7,36 Mpa

DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Tasting and Material (ASTM) C-33-93 section 4 Construcdtion Volume 04.02. 1997. Concrete and Aggregates
- Badan Standarisasi Nasional. SNI-03-2834-2000. Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal.
- Standar Nasional Indonesia, 2004, “Semen Portland”, SNI 15-2049-2004, ICS 91.100.10, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Tjokrodimuljo, K., 1992, *Teknologi Beton*, Gramedia, Yogyakarta.