

PENGARUH SILICA FUME SEBAGAI BAHAN TAMBAH TERHADAP KARAKTERISTIK BETON MUTU TINGGI

Vincentius Davendra^a, Retno Trimurtiningrum^b

^a Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Indonesia

^b Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Indonesia

Corresponding Author:

Email:

vincentius.davendra@gmail.com

Keywords:

High Strength Concrete, Silica Fume, Superplasticizer

Abstract: *High-strength concrete is concrete with special characteristics that ordinary concrete does not have. High-strength concrete can be defined as concrete with one or more characteristics, such as small shrinkage, low permeability, high elastic modulus, or high compressive strength. Silica Fume (SF) is used as an additive material in concrete mixtures. Silica fume is a waste product of silicon metal or ferrosilicon alloy and have a silica content (SiO₂) that is very high at 93.09%. In this research, an analysis of the use of silica fume as a cement additive for high-strength concrete will be carried out with variations in silica fume of 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10%. With a mixture of added material in the form of a superplasticizer (Consol SS-74) with a percentage of 0.4%. From the results of the research conducted, the highest compressive strength of concrete value is obtained at a percentage of 5% both at the age of 7, 14, and 28 days in a row the value is 43.4 Mpa, 46.3 Mpa, and 55.8 Mpa.*

Copyright © 2022 POTENSI-UNDIP

1. PENDAHULUAN

Pembangunan struktur 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 dan aset pendukung dalam kehidupan masyarakat seperti pembangunan gedung-gedung tinggi, jembatan, infrastruktur, dan masih banyak lagi. Ada banyak bahan yang digunakan dalam proyek konstruksi, dan beton adalah salah satunya. Beton merupakan material yang digunakan secara umum saat melakukan pekerjaan konstruksi saat ini. Karena pada beton terdapat beberapa kelebihan jika dibandingkan dengan material lainnya, seperti mudah dibentuk, tahan terhadap perubahan cuaca, memiliki kuat tekan yang tinggi, dan umur yang tahan lama.

Beton yang mempunyai karakteristik, nilai susut yang rendah, modulus elastisitas tinggi, permeabilitas yang rendah, serta memiliki kuat tekan tinggi dapat didefinisikan sebagai beton mutu tinggi (Subagio, 2010). Beton mutu tinggi dapat diproduksi menggunakan bahan aditif dan campuran yang penggunaannya dimaksudkan untuk meningkatkan sifat-sifat beton dengan sifat beton yang diinginkan. Penggunaan superplasticizer dalam campuran beton dapat meningkatkan kemampuan kerja beton karena pada dasarnya beton mutu tinggi membutuhkan nilai w/c yang rendah. Ada banyak sekali bahan material yang dapat dijadikan sebagai bahan pengganti atau bahan tambah semen salah satunya ialah silica fume. Silica fume adalah produk limbah dari logam silikon atau ferrosilicon. Silica fume juga memiliki ukuran lebih kecil daripada semen yakni 0.1 μm , ini membuat silica fume dapat memberikan keuntungan pada saat dicampur dalam campuran beton yang mana partikelnya dapat mengisi celah kosong yang akhirnya dapat menambahkan kuat tekan (Nugraha, 2015). Pada pengujian porosimeter dengan prosedur penyerapan merkuri didapat hasilnya ialah distribusi ukuran median yaitu 8.53 μm , rata-rata pori radius 0.13 μm , serta luas permukaan khusus 216 m^2/gram . ASTM C 1240-93 menyebutkan minimal kandungan silica ialah 85% sementara kandungan silica pada silica fume ialah 93.09% (Ilham, 2006).

Oleh karena itu penelitian ini bertujuan mengetahui serta menganalisa hasil kuat tekan beton yang dihasilkan menggunakan silica fume sebagai bahan tambah dalam campuran beton. Untuk kadar silica fume yang dipakai ialah 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, dan 10%. Pada penelitian ini juga menggunakan superplasticizer consol SS-74 dengan kadar 0,4% dari berat semen. Pengujian kuat tekan ini

dilaksanakan ketika beton mencapai 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Sebelum dilakukan pengujian kuat tekan dilakukan pengujian material agregat halus dan agregat kasar, lalu dilanjut dengan rancangan mix desain yang akan digunakan untuk melakukan proses mixing beton.

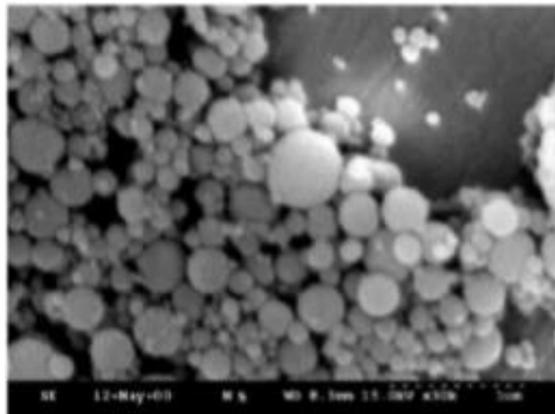
2. DASAR TEORI

2.1. Beton Mutu Tinggi

Menurut PD T-04-2004-C tentang Prosedur Pembuatan dan Penerapan Beton Mutu Tinggi, beton yang memiliki kuat tekan 40-80 MPa disebut juga beton bermutu tinggi. Sementara menurut SNI 03-6468-2000 menyebutkan beton yang memiliki nilai kuat tekan diatas 41.4 MPa disebut beton bermutu tinggi. Umumnya beton bermutu tinggi digunakan untuk struktur yang memikul beban besar, selain memiliki kuat tekan yang tinggi kelemahan beton bermutu tinggi ialah pada tingkat getasnya.

2.2. Silica Fume

Sesuai dengan spesifikasi silica fume yang digunakan dalam Standard for Hydraulic Cement Concrete and Mortar (ASTM-C618-86), ialah material yang mengandung SiO₂ lebih dari 85% serta material silica fume memiliki bentuk bulat yang sangat halus dan mempunyai diameter lebih kecil dari semen yakni 0,1 µm. Silica fume memiliki peran penting dalam mempengaruhi sifat kimia serta mekanik betonnya. Dari sifat kimianya, material silica fume dapat menempati celah antar semen serta dapat menyebabkan pori menjadi mengecil dan volume pori total mengecil. Sementara itu, dari sifat mekaniknya, material silica fume mempunyai reaksi yang disebut pozzolan yang bisa bereaksi terhadap semen yang dilepaskan oleh batu kapur. Karena memiliki kadar SiO₂ yang tinggi dapat membuat Ca(OH)₂ serta SiO₂ bereaksi kemudian menghasilkan C-S-H.



Gambar 1. Silica Fume Dilihat Secara Mikroskopis (Mehta, Kumar P, Monteiro, 2006)

2.3. Kuat Tekan

Besarnya beban per satuan luas yang dapat menyebabkan sampel beton hancur apabila diberi beban menggunakan mesin tekan disebut juga kuat tekan beton. Semakin besar kuat struktur yang akan direncanakan maka semakin besar kualitasnya (Mulyono, 2005). Pengujian tersebut dihitung dengan rumus:

$$F'c = P/A$$

Keterangan :

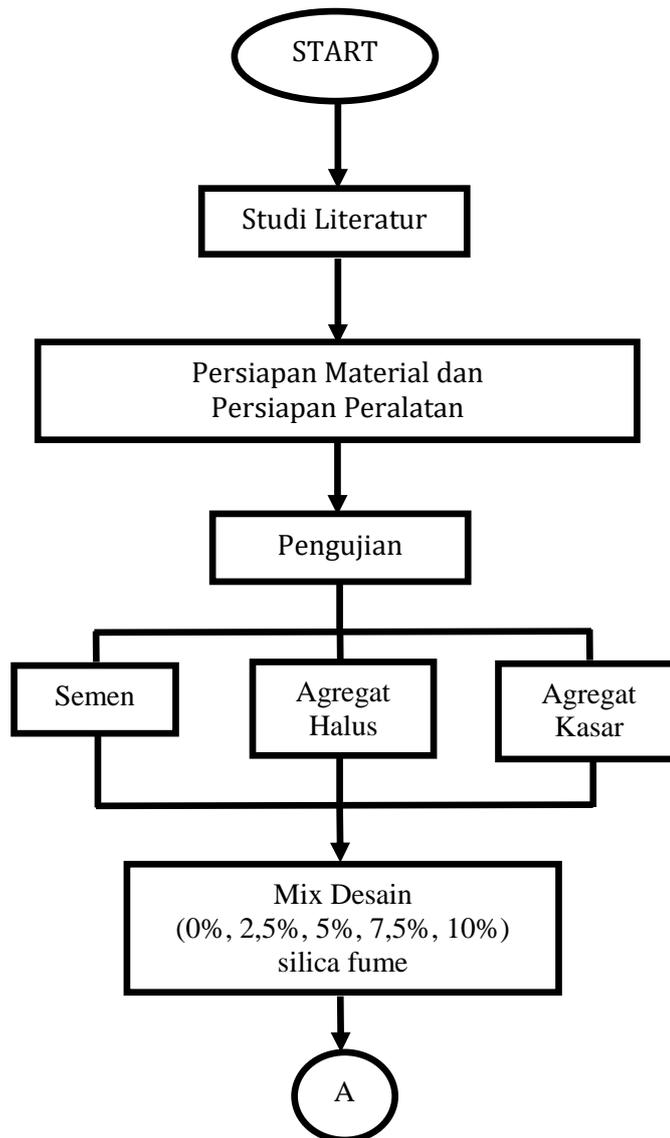
F'c = Kuat Tekan Beton (MPa)

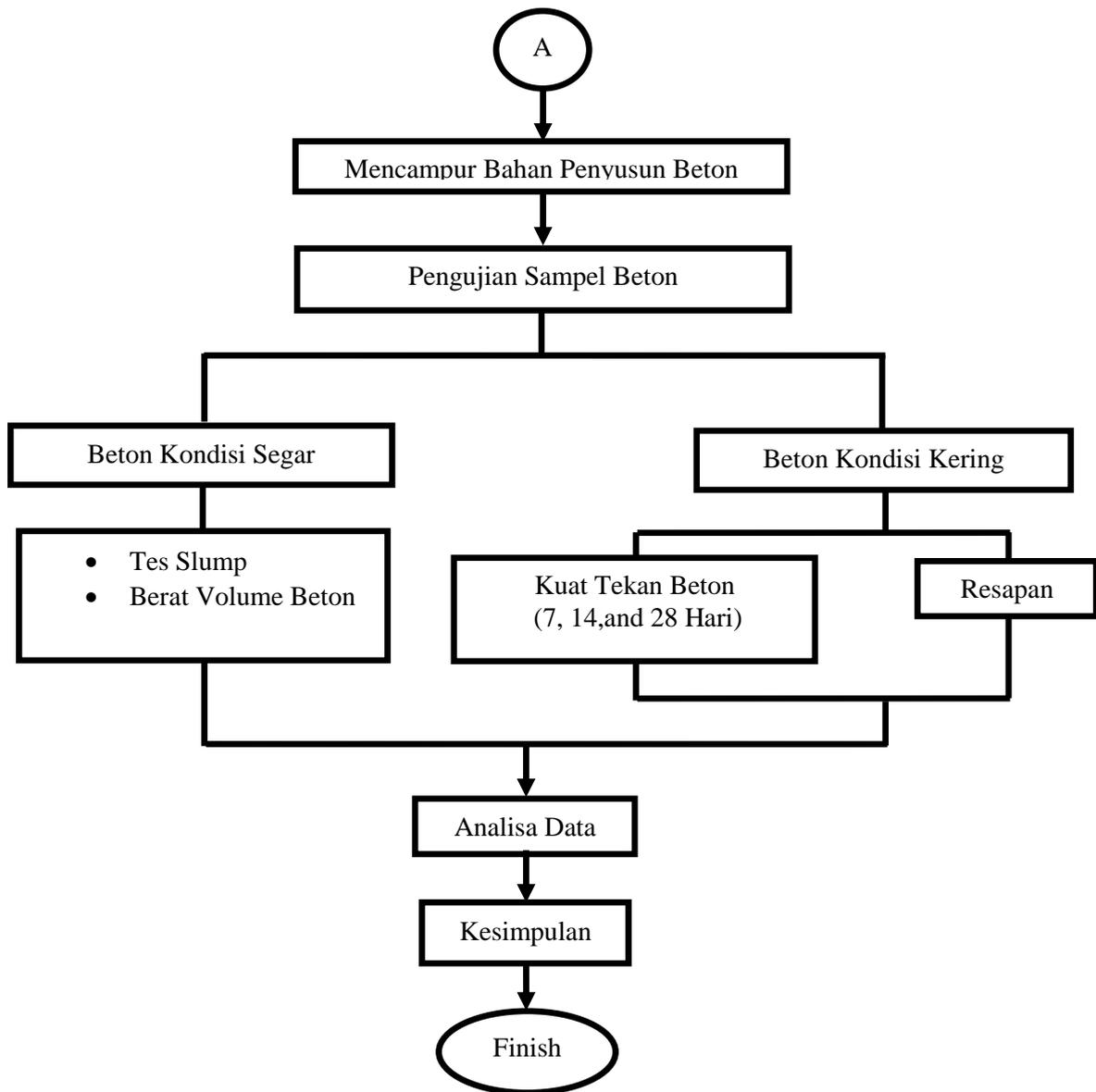
P = Tekanan (N)

A = Luas Area (cm²)

3. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian kali ini terdapat beberapa tahap yang perlu dilakukan, antara lain :





Gambar 2. Diagram Alir (Data Peneliti, 2022)

Penelitian ini dilakukan di Batching Plant Raja Beton Indonesia yang terletak di Tambak Oso Wilangan, Surabaya. Material yang akan digunakan selama pengujian ialah semen portland tipe I, pasir, kerikil, air, superplasticizer, serta silica fume. Berikut merupakan spesifikasi material yang digunakan :

1. Semen Portland Tipe 1 dengan merk Semen Singa Merah.
2. Agregat Halus dengan menggunakan Pasir Lumajang diambil dari batching plant Raja Beton.
3. Agregat Kasar dengan diameter 40mm diambil dari batching plant Raja Beton.
4. Superplasticizer dengan jenis Consol SS74 dari PT. Kimia Konstruksi Indonesia, dan
5. Silica Fume dari PT. Sika Indonesia

Pada penelitian ini terdapat 5 macam campuran yang dibedakan sesuai persentase silica fume yang digunakan. Proporsi silica fume yang dipakai ialah 0%, 2,5%, 5%, 7,5% dan 10% yang diambil dari berat total semen serta jumlah benda uji pada penelitian ini sebanyak 55 benda uji.

Tabel 1. Perencanaan Benda Uji (Data Peneliti, 2022)

Nama	Silica Fume (%)	Superplasticizer Consol SS-74 (%)	Kuat Tekan Beton			Air Resapan
			7 Hari	14 Hari	28 Hari	28 Hari (Silinder Uk. 20 x 10)
BSF - 0	0	0,4	3	3	3	2
BSF - 2,5	2,5	0,4	3	3	3	2
BSF - 5	5	0,4	3	3	3	2
BSF - 7,5	7,5	0,4	3	3	3	2
BSF - 10	10	0,4	3	3	3	2
Total			45 Sampel			10 Sampel
			55 Sampel			

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Agregat

Berikut merupakan hasil yang diperoleh dari pengujian agregat halus serta kasar:

Tabel 2. Hasil Pengujian Material Agregat Halus dan Kasar (Data Peneliti, 2022)

Pengujian	Agregat Halus	Agregat Kasar
Modulus Kehalusan	2,8	7,31
Kelembaban	2,88%	1,07%
Berat Jenis	2,68	2,76
Resapan	1,58%	1,8%
Lumpur (Basah)	4,87%	-
Lumpur (Kering)	3,35%	0,44%
Abrasi	-	26,66%

4.2. Proporsi Material

Pada penelitian ini variasi silica fume yang dipakai ialah 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, dan 10%. Silica fume yang digunakan berperan sebagai bahan tambah dalam campuran beton. Sampel yang digunakan ialah silinder 15 x 30 cm untuk pengujian kuat tekan serta pengujian resapan menggunakan silinder 10 x 20 cm. Kemudian perhitungan mix design menggunakan metode DOE. Berikut merupakan proporsi yang akan digunakan dalam pencampuran beton.

Tabel 3. Rancangan Proporsi Untuk Masing-Masing 3 Benda Uji (Data Peneliti, 2022)

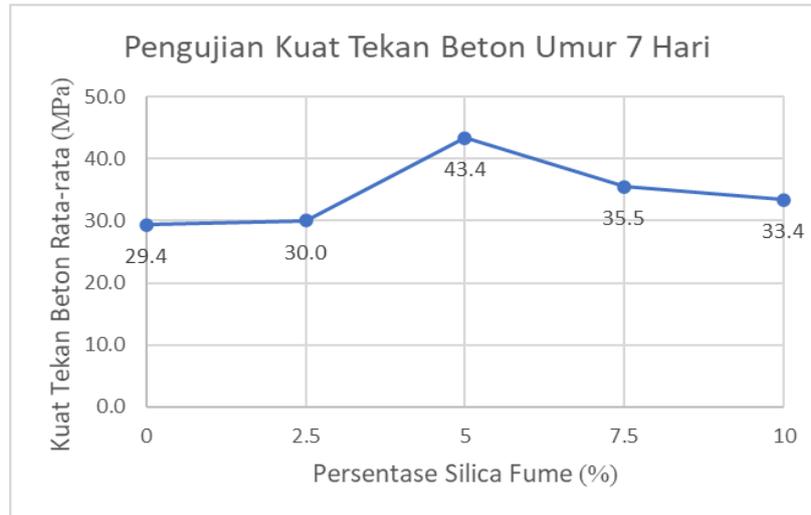
Komposisi	Semen (kg)	Silica Fume (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	SP (kg)	Air (kg)
BSF 0%	12.251	0	11.94	20.81	0.049	3.67
BSF 2.5%	12.251	0.306	11.94	20.81	0.049	3.67
BSF 5 %	12.251	0.613	11.94	20.81	0.049	3.67
BSF 7.5%	12.251	0.920	11.94	20.81	0.049	3.67
BSF 10%	12.251	1.225	11.94	20.81	0.049	3.67

4.3. Analisa Hasil Test

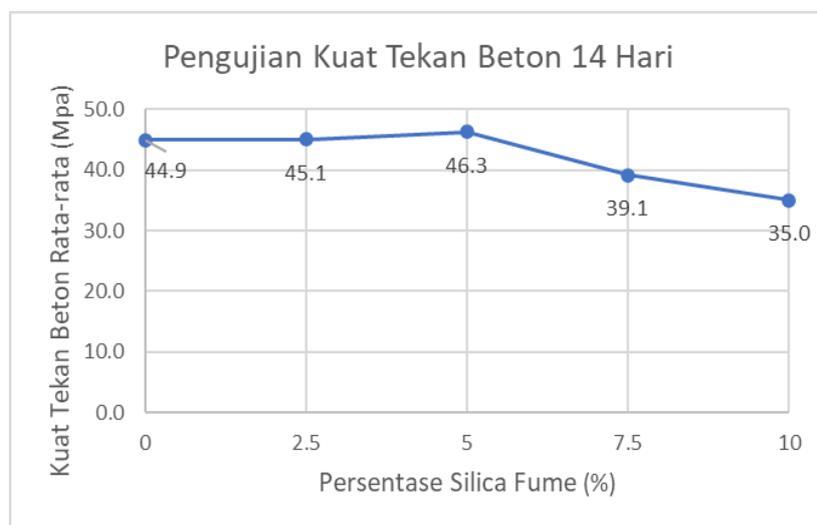
Setelah pengecoran beton selesai sesuai dengan persyaratan di atas, perawatan beton dilakukan dengan cara direndam didalam air selama 6, 13, dan 27 hari dan kemudian dilakukan pengujian untuk mengetahui kuat tekan beton tersebut. Adapun hasil dari penggetesan kuat tekan beton ialah :

Tabel 4. Hasil Kuat Tekan Beton Di Hari 7 , 14, serta 28 (Data Peneliti, 2022)

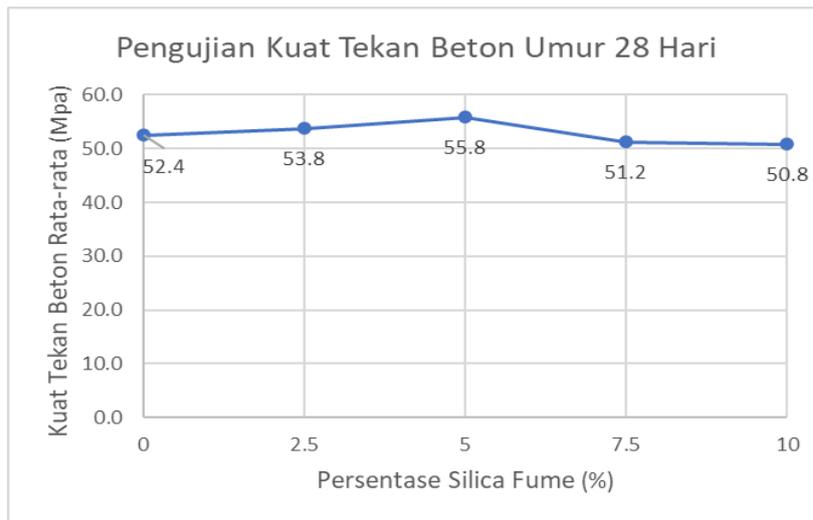
Kadar Silica Fume	Kuat Tekan Pada Hari Ke 7	Kuat Tekan Pada Hari Ke 14	Kuat Tekan Pada Hari Ke 28
Presentase Silica Fume 0%	29,38 MPa	44,90 MPa	52,4 Mpa
Presentase Silica Fume 2.5%	30,01 MPa	45,09 MPa	53,8 Mpa
Presentase Silica Fume 5%	43,39 MPa	46,31 MPa	55,8 Mpa
Presentase Silica Fume 7.5%	35,52 MPa	39,12 MPa	51,2 Mpa
Presentase Silica Fume 10%	33,42 MPa	34,99 MPa	50,8 Mpa



Gambar 3. Grafik Kuat Tekan Beton Hari Ke 7 (Data Peneliti, 2022)



Gambar 4. Grafik Kuat Tekan Beton Hari Ke 14 (Data Peneliti, 2022)



Gambar 5. Grafik Kuat Tekan Beton Hari Ke 28 (Data Peneliti, 2022)

Gambar 3 sampai 5 menunjukkan bahwa campuran dengan kuat tekan maksimum terdapat pada persentase 5% yaitu 43,4 MPa di hari ke-7, 46,3 MPa di hari ke-14 serta 55,8 MPa di hari ke-28 hari. Hal ini ditimbulkan pengaruh pozzolan yang terkandung dalam silika fume. Kalsium hidroksida yang bereaksi dengan silika fume yang didapatkan dari reaksi air serta semen yang pada akhirnya membentuk C-S-H baru yang nantinya dapat meningkatkan ikatan agregat serta pasta semen, silika fume juga memiliki keunggulan yang dapat mengisi celah antara pasta dan agregat serta memiliki diameter berukuran kecil yakni 0,1 μm (Sutriono et al., 2018). Nilai terendah diperoleh pada campuran dengan kandungan silika fume 10%, yaitu 33,4 MPa di hari ke-7, 35 MPa di hari ke-14 serta 50,8 Mpa di hari ke-28. Penurunan kekuatan ini dapat diakibatkan karena sedikitnya air yang bereaksi dengan semen untuk membuat C-S-H baru serta kalsium hidroksida, jumlah kadar silika fume yang banyak akan membuat kalsium hidroksida dengan sisa silika fume tidak dapat bereaksi untuk membuat C-S-H baru (Sutriono et al., 2018).

5. KESIMPULAN

1. Pengujian kuat tekan beton mutu tinggi pada hari ke 7, nilai terbesar didapat pada persentase 5% dengan nilai 43,8 MPa.
2. Pengujian kuat tekan beton mutu tinggi pada hari ke 14, nilai terbesar didapat pada persentase 5% dengan nilai 46,3 MPa.
3. Pengujian kuat tekan beton mutu tinggi pada hari ke 28, nilai terbesar didapat pada persentase 5% dengan nilai 55,8 MPa.
4. Pada persentase 0% hingga 5% nilai kuat tekan beton meningkat karena silika fume yang berperan sebagai bahan pengisi rongga pada beton. namun pada persentase diatas 5%, nilai kuat tekan beton semakin menurun, ini diakibatkan karena kalsium hidroksida yang tidak dapat bereaksi dengan silika fume karena jumlahnya yang sangat banyak dan mengakibatkan tidak terbentuknya C-S-H baru serta hanya berfungsi sebagai pengisi celah antara agregat dengan pasta semen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis ucapkan kepada :

1. Tuhan YME,
2. Orang tua yang selalu mendukung,
3. PT. Restu Anak Jaya Abadi Beton Indonesia (Raja Beton) yang memberikan sponsor material serta laboratorium,
4. PT. Sika Indonesia yang telah memberikan sponsor material silika fume,
5. PT. Kimia Konstruksi Indonesia yang telah memberikan sponsor material superplasticizer

REFERENSI

- Antoni, P. N. (2007). *TEKNOLOGI BETON*. ANDI.
- Ilham. (2006). *PENGARUH SILICA FUME TERHADAP KUAT TEKAN BETON*.
- Mehta, Kumar P, Monteiro, P. (2006). *Concrete Microstructure, Properties and Materials*. Third Edition, The McGraw-Hill Companies, Inc, USA.
- Mulyono. (2005). *TEKNOLOGI BETON*. ANDI.
- Nugraha, Y. (2015). *Yuda Nugraha, 2015 VARIASI PENAMBAHAN SILICA FUME TERHADAP BETON MUTU TINGGI SELF COMPACTING CONCRETE (SCC) Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu. 2-5*.
- Subagio, S. A. (2010). *Tinjauan kejut beton mutu tinggi dengan penambahan silica fume , fly ash dan serat baja*.
- Sutriono, B., Trimurtiningrum, R., & Rizkiardi, A. (2018). Pengaruh Silica Fume sebagai Substitusi Semen terhadap Nilai Resapan dan Kuat Tekan Mortar (Hal. 12-21). *RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil*, 4(4), 12. <https://doi.org/10.26760/rekaracana.v4i4.12>