

## Analisis Kuat Tekan Beton dengan Penambahan Campuran *Silica Fume* untuk Mutu Beton K-300 dalam Penggunaan Jalan *Rigid Pavement*

Ivone Triasiwi<sup>1)</sup>, Agus Budiono<sup>2)</sup>, Abdul Basid<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup> Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Islam Syekh Yusuf

Jl. Maulana Yusuf Tangerang 15118, Telp. (021) 55270611-5527063 Fax. 021-5581068

<sup>1)</sup>[ivonnetan77@gmail.com](mailto:ivonnetan77@gmail.com), <sup>2)</sup>[agsbudiono@gmail.com](mailto:agsbudiono@gmail.com) <sup>3)</sup>[doelsid@yahoo.com](mailto:doelsid@yahoo.com)

### Abstrak

**Latar Belakang:** Penggunaan beton merupakan pilihan yang baik sebagai pengganti aspal untuk dijadikan pengikat antara agregat halus, agregat kasar, dan *filler*. Beton harus memenuhi persyaratan karena sifat beton sendiri akan mengalami perkerasan akibat adanya semen, agregat halus, agregat kasar, air dan bahan tambah. **Tujuan:** Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil nilai kuat tekan dalam penambahan campuran *Silica fume* terhadap beton normal pada kuat tekan beton dan untuk mengetahui perbandingan rancangan campuran menggunakan *Silica fume* dengan beton normal. **Metode:** Metode pada penelitian ini adalah dengan menggunakan *British Standard*. Cara tersebut digunakan sebagai dasar perencanaan campuran beton di Peraturan Beton Indonesia 1972 (PBI 1971). Komposisi *Silica fume* yang digunakan 0%, 15%, 45%, dan 65 % dari berat semen. Mutu beton awal yang direncanakan K-300 sebagai pembanding yang diuji pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Penelitian ini menggunakan benda uji berbentuk silinder ukuran 15 cm x 30 cm sebanyak 36 benda uji dimana untuk setiap penelitian menggunakan 3 pembanding. **Hasil Penelitian:** Nilai kuat tekan beton pada persentase penambahan *Silica fume* 0 % hingga pada umur beton 28 hari tercapai nilai kuat tekan rencana pada karakteristik 300 Kg/cm<sup>2</sup>, pada penambahan *Silica fume* 15 % target kuat rencana karakteristik 300 Kg/cm<sup>2</sup> tercapai pada umur beton 28 hari, untuk penambahan *Silica fume* 45 % nilai kuat tekan mengalami penurunan tetapi masih dalam nilai kuat tekan rencana pada K-300 dimana target kuat tekan rencana tercapai pada umur beton 28 hari dengan nilai kuat tekan 390,76 Kg/cm<sup>2</sup>. Pada *trial mix* terakhir yaitu dengan penambahan *Silica fume* 65% target kuat tekan rencana tidak tercapai pada umur beton 28 hari atau bisa dikatakan lebih rendah 175,50 Kg/cm<sup>2</sup> dari *trial mix* sebelumnya pada penambahan *Silica fume* 45 % pada umur beton yang sama. Untuk penambahan *Silica Fume* 65 % pada umur beton 28 hari diperoleh nilai 215,26 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Kata Kunci :** *Additive Silica Fume, Kuat Tekan Beton, Rigid Pavement*

### Abstract

*The use of concrete is a good choice as a substitute for asphalt to bind fine aggregate, coarse aggregate, and filler. The concrete must meet the requirements because the nature of the concrete itself will experience pavement due to the presence of cement, fine aggregate, coarse aggregate, water and added materials. The purpose of this study was to determine the results of the compressive strength value in the addition of the mixture of Silica fume to normal concrete on the compressive strength of concrete and to determine the comparison of the mix design using Silica fume with normal concrete. The method in this study is to use the British Standard. This method is used as the basis for concrete mix planning in the 1972 Indonesian Concrete Regulation (PBI 1971). The composition of the Silica fume used is 0 %, 15 %, 45 %, and 65 % by weight of cement. The initial concrete quality planned by K-300 as a comparison was tested at the age of 7 days, 14 days, and 28 days. This study used 36 specimens in the form of a cylinder size 15 cm x 30 cm, where for each study using 3 comparators. The value of the compressive strength of concrete at the percentage of addition of 0 % Silica fume until the age of 28 days of concrete is achieved the value of the compressive strength of the plan at the characteristics of 300 Kg / cm<sup>2</sup>, at the addition of 15% Silica fume the target strength of the characteristic plan of 300 Kg/cm<sup>2</sup> is achieved at 28 days of concrete. for the addition of 45% Silica fume the compressive strength value has decreased but is still in the value of the compressive strength plan on the K-300 where the target compressive strength is achieved at 28 days of concrete with a compressivestrength value of 390.76 Kg / cm<sup>2</sup>. In the last trial mix,*

*with the addition of 65 % Silica fume, the target compressive strength was not achieved at 28 days of concrete or it could be said that it was 175.50 Kg / cm<sup>2</sup> lower than the previous trial mix in the addition of 45% Silica fume at the same concrete age. For the addition of 65 % Silica Fume at 28 days of concrete, the value was 215.26 kg / cm<sup>2</sup>.*

**Keywords :** Additive Silica Fume, Concrete Compressive Strength, Rigid Pavement

## I. Pendahuluan

Beton adalah konstruksi yang paling dominan dan sangat penting dalam struktur bangunan. Dalam konstruksi bangunan, penggunaan beton merupakan salah satu alternatif dari bahan yang lainnya, lainnya seperti baja dan kayu. Konstruksi utama dalam mendirikan bangunan yaitu menggunakan beton, baik itu bangunan gedung, sarana transportasi, bangunan air dan juga macam-macam bangunan yang lainnya. Beton mempunyai beberapa keunggulan yang tidak dimiliki oleh bahan lain sehingga banyak yang memilih penggunaan beton sebagai konstruksi. Negara Indonesia menjadi negara tropis karena berada di garis khatulistiwa. Dengan adanya kondisi tersebut sehingga menyebabkan negara Indonesia memiliki cuaca yang tidak menentu. Mutu beton ini menjadi permasalahan khususnya untuk lingkungan agresif, dikarenakan kekuatannya sangat tinggi dan juga permeabilitas dan porositasnya juga kecil. Beton akan lebih awet dan tidak tergerus oleh air dan bakteri itu dibutuhkan beton dengan mutu yang tinggi. Oleh karena itu pemanfaatan beton yang bermutu tinggi itu tidak bisa dilepaskan dari perancangan struktur bangunan dan perencanaan bangunan. Dengan adanya hal tersebut perlu dibuatkan penelitian terkait perbaikan sifat beton, contohnya melakukan penambahan bahan yang dapat menyempurnakan sifat tersebut.

Pada masa terakhir ini, setelah adanya perkembangan berbagai jenis tambahan yang bersifat memperbaiki sifat beton, *admixture* dan *additive* untuk campuran beton, maka dengan adanya hal tersebut banyak sekali kemajuan pada teknologi beton yang sangat pesat, dengan dibuktikan dengan hasil produksi beton dengan kualitas tinggi, dan kemudian meningkatkan dan memperbaiki semua kinerja beton menjadi sebuah material yang berkualitas tinggi. Sedangkan untuk beton di lingkungan agresif, berfokus pada pengamatan kehilangan berat dengan waktu pengerasan serta penurunan kuat tekan seiring dengan perubahan bentuk penampang sebagai akibat terjadinya kikisan/pelapukan lapisan permukaan beton.

Dari beberapa penelitian beton dengan Silica fume di Eropa, dijelaskan bahwa ketahanan terhadap sulfat meningkat ketika 10-15% dari semen diganti

oleh *Silica fume*. Performa yang baik ini dikarenakan struktur pori beton yang terbentuk lebih halus sehingga mereduksi tingkat perpindahan ion-ion yang berbahaya. Dalam penelitian ini akan mencoba menambahkan bahan *additive* Silika Fume pada campuran beton.

Pada penelitian ini membahas tentang perbandingan penambahan campuran *Silica fume* dengan beton normal untuk proses campuran beton (SNI 03-2834-2000). Dengan rumusan masalah yang disebutkan dibawah ini:

1. Bagaimana pengaruh *Silica fume* ketika digunakan pada kuat tekan beton.
2. Bagaimana perbedaan perbandingan campuran menggunakan *Silica fume* dan beton normal tanpa menggunakan *Silica fume*.

Tujuan penelitian didapatkan pada uraian rumusan masalah di atas, yaitu:

1. Mengetahui hasil nilai kuat tekan dalam penambahan campuran *Silica fume* terhadap beton normal pada kuat tekan beton pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari.
2. Mengetahui perbandingan rancangan campuran menggunakan *Silica fume* dengan beton normal

## II. Landasan Teori

Metode rancangan pada campuran beton dengan cara *DOE* ini di Indonesia dikenal sebagai standar perencanaan oleh Departemen Pekerjaan Umum dan dimuat dalam Standar SNI 03-2834- 2000, "Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal". Metode ini banyak sekali dipakai sebagai rujukan bagi perancangan campuran beton, karena mudah dipakai dan sangat cocok dengan kondisi material yang ada di Indonesia.

Tujuan dari mempelajari sifat-sifat beton yaitu untuk mendapatkan perencanaan campuran (*mix design*), yaitu pemilihan dari bahan-bahan beton yang memadai, serta menentukan jumlah masing-masing bahan untuk menghasilkan beton yang terjangkau secara ekonomis dengan kualitas yang sangat baik. Metode ini agar beton dengan cara *DOE* ini bertujuan untuk campuran perancangan beton dengan mempertimbangkan dari segi ekonomisnya dengan memperhatikan adanya ketersediaan barang-barang dan komposisi yang ada di lapangan, memudahkan pekerjaan, serta menjadi tahan lama pada beton.

Proses pembuatan job mix design ini ada beberapa tahapan diantaranya yaitu tahap penelitian. Karena penelitian ini untuk penelitian ilmiah maka sistematis dan urutannya harus jelas dan teratur sehingga nanti kesimpulannya dapat dihasilkan hasil penelitian yang sangat baik dan memuaskan dan juga bisa dipertanggungjawabkan. Oleh sebab itu, ada beberapa tahapan dalam penelitian, yaitu :

1. Tahap persiapan.  
Pada pelaksanaan ini berdasarkan dari hasil studi, persiapan yang dipakai yaitu meliputi persiapan dan juga alat yang akan digunakan dalam pembuatan benda uji. Agar penelitian ini berjalan dengan lancar maka harus dipersiapkan bahan-bahan yang dibutuhkan untuk penelitian.
2. Tahapan pengujian bahan.  
Pada pelaksanaan tahap penelitian terlebih dahulu pada material penyusunan beton. Hal tersebut bertujuan agar kita mengetahui sifat dan karakteristik pada bahan beton dan juga untuk memperoleh apakah material tersebut telah memenuhi persyaratan ASTM atau belum.
3. Tahap perhitungan perencanaan campuran Pada tahap perhitungan perencanaan campuran adukan beton (*mix design*) ini menentukan takaran bahan yang dipergunakan seperti: Semen *Portland*, agregat, air, dan bahan tambah *additive*.
4. Tahap pembuatan benda uji.  
Pada pembuatan benda uji ini dilakukan pekerjaan pembuatan beton.
5. Tahapan perawatan (*curing*).  
Pada tahap perawatan dilakukan agar perawatan pada benda uji yang telah dibuat pada tahap IV Sebelum benda tersebut melalui proses perendaman maka terlebih dahulu benda tersebut dilepaskan dari cetakan. Kemudian untuk perendaman uji

dalam bak itu khusus buat perawatan pada beton agar diperoleh hasil yang maksimal dan dilakukan pada umur 7,14 dan 28 hari.

6. Tahap pengujian.  
Tahap ini untuk menguji kuatnya tekanan beton, dilakukan pada sampel silinder beton berukuran 15 cm x 30 cm pada saat umur beton 7 hari, 14 hari dan 28 hari.
7. Tahapan analisis data.  
Tahap ini analisis data bertujuan untuk memperoleh hasil kesimpulan dari data tersebut dan juga untuk mendapatkan hasil yang ada dalam penelitian.
8. Tahap pengambilan keputusan.  
Pada tahap ini yaitu tahap dimana data yang sudah kita analisa kemudian dibuat sebuah kesimpulan yang bertujuan untuk mengetahui hubungan dengan penelitian.

Uji *Slump* yaitu sebuah pengujian empiris yang dipakai untuk melihat konsistensi atau kekakuan (dapat dikerjakan atau tidak) dari campuran beton segar untuk menghasilkan tingkat *workability*-nya. Adanya kekakuan pada saat pencampuran beton itu disebabkan karena terlalu banyak air yang dipakai. Pada uji *slump* kita bisa lihat takaran dari beton tersebut.

Untuk menentukan tingkat *workability*-nya atau tidak itu tergantung pada adukan/campuran air pada saat pengadukan. Ketika adukan beton yang terlalu banyak air akan mengakibatkan kualitas yang buruk dan betonnya susah untuk mengering. Dan ketika adukan itu terlalu kering juga akan mengakibatkan adukan susah untuk merata dan susah juga untuk melakukan pencetakan. Uji *Slump* mengacu pada SNI 1972-2008.

Langkah pengujian nilai *slump*:

- a. Kerucut Abrams diletakkan di atas bidang alas yang rata agar tidak menyerap air.
- b. Kerucut berisi adukan beton sambil ditekan supaya tidak bergeser.
- c. Adukan beton diisikan dalam 3 lapis, masing-masing diatur tingkat pemberiannya supaya sama tebalnya (1/3 tinggi kerucut Abrams).
- d. Setiap lapis dilakukan penusukan pada batang penusuk sebanyak 25 kali.
- e. Untuk lapisan paling akhir isinya harus diletakkan, kemudian dipadatkan dan diratakan agar melindungi batang penusuk di atasnya.
- f. Kemudian setelah permukaan atas pada

- beton diratakan dan cetakan diangkat dengan kecepatan 3-7 detik, diangkat lurus vertikal.
- g. Kemudian seluruh proses dari awal sampai akhir pengangkatan cetakan tidak boleh lebih dari 2,5 menit lamanya.
  - h. Untuk peletakan pencetakan di samping beton yang diuji slump nya (boleh diletakkan dibalik posisinya) dan ukur nilai slump: kemudian dilakukan penurunan permukaan diatas beton pada posisi titik tengah permukaan atasnya.
  - i. Ketika terjadi kegagalan slump (tidak memenuhi kisaran slump yang disyaratkan keruntuhan benda uji termasuk keruntuhan geser), maka dalam pengujian harus diulang maksimal 3 kali, jika pengujiannya masih gagal maka beton dinyatakan tidak memenuhi syarat dan ditolak.
  - j. Nilai Slump = Tingginya cetakan harus dikurangi tinggi rata-rata benda uji.

Metode rancangan pada campuran beton dengan cara DOE ini di Indonesia dikenal sebagai standar perencanaan oleh Departemen Pekerjaan Umum dan dimuat dalam Standar SNI 03-2834-2000, "Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal". Metode ini banyak sekali dipakai sebagai rujukan bagi perancangan campuran beton, karena mudah dipakai dan sangat cocok dengan kondisi material yang ada di Indonesia.

Tujuan dari mempelajari sifat-sifat beton yaitu untuk mendapatkan perencanaan campuran (*mix design*), yaitu pemilihan dari bahan-bahan beton yang memadai, serta menentukan jumlah masing-masing bahan untuk menghasilkan beton yang terjangkau secara ekonomis dengan kualitas yang sangat baik. Metode ini agar beton dengan cara DOE ini bertujuan untuk campuran perancangan beton dengan mempertimbangkan dari segi ekonomisnya dengan memperhatikan adanya ketersediaan barang-barang dan komposisi yang ada di lapangan, memudahkan pekerjaan, serta menjadi tahan lama pada beton.

Perhitungan mix design adukan beton yang didapatkan dengan metode DOE (*Department of Environment*), dengan faktor air semen yang digunakan adalah 0,50 dengan rencana kuat tekan beton mutu tinggi Karakteristik  $300 \text{ Kg/cm}^2$ .

#### Langkah Perancangan

1. Menentukan nilai kuat tekan beton  
Penentuan kuat atau tidaknya tekan beton sesuai dengan yang sudah di rencanakan dan sesuai dengan syarat syarat pada teknik yang disepakati dan kuat tekan ini ditentukan pada umur 28 hari.

2. Menentukan standar deviasi  
Ditetapkan pada tingkat mutu dalam pengendalian beton nya. Ketika semakin bagus mutu pengerjaannya maka akan semakin kecil nilai standar deviasinya.

Tabel 1. Deviasi standar sebagai ukuran mutu pelaksanaan

Isi Pekerjaan	Deviasi Standar Mpa			
	Volume Beton	Baik Sekali	Baik	Dapat diterima
Kecil	<1000	$4,5 < S < 5,5$	$5,5 < S < 6,5$	$6,6 < S < 8,5$
Sedang	1000 - 3000	$3,5 < S < 4,5$	$4,5 < S < 5,5$	$6,5 < S < 7,5$
Besar	>3000	$2,5 < S < 3,5$	$3,5 < S < 4,5$	$4,5 < S < 6,5$

3. Perhitungannilai/margin,  $M = k \cdot S$  dimana  $k = 1,64$  untuk kegagalan atau cacat maksimum 5%.
4. Menghitung kuat tekan rata-rata yang direncanakan,  $f'_{cr} = f'_{c} + M$ .
5. Jenis semen yang dipakai.
6. Penentuan jenis agregat halus dan agregat kasar yang digunakan, apakah agregat yang alami atau agregat jenis batu pecah.
7. Tentukan faktor seperti air semen fas.

Tabel 2. Perkiraan kuat tekan beton dengan FAS 0,50

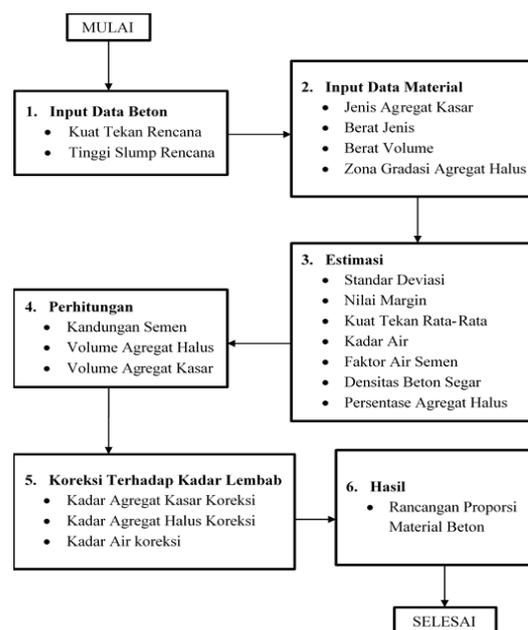
Jenis semen	Jenis agregat kasar	Kekuatan tekan (Mpa), pada umur (hari)				Bentuk benda uji
		3	7	28	91	
Semen Portland tipe I atau semen tahan sulfat tipe II, V	Batu tak dipecah	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen Portland tipe III	Batu tak dipecah	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	23	32	45	54	
Semen Portland tipe III	Batu tak dipecah	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecah	25	31	46	53	
	Batu pecah	30	40	53	60	Kubus

8. Ketetapan penggunaan air, dari fas maksimum yang didapatkan dan dibandingkan dengan fas langkah 6, dicari nilai yang terkecil.
9. Penentuan pada nilai slump, ditetapkan berdasar-kan pelaksanaan pada pembuatan, pengangkutan, penuangan, pemadatan ataupun jenis strukturnya.
10. Penetapan pada ukuran butir maksimum pada agregat kasar.
11. Menentukan kadar tingkat air bebas per meter kubik beton berdasarkan ukuran paling

- tinggi agregat, jenis agregat dan nilai *slump*.
12. Perhitungan ukuran semen yang diperlukan. Berat semen per kubik dihitung dengan membagi jumlah air (langkah 10) dengan faktor air semen (langkah 6 kadar air : faktor air – semen)
  13. Menentukan tingkat kadar semen maksimum.
  14. Penyesuaian kadar semen. Apabila kadar pada semen (pada langkah 11) lebih rendah dari kadar semen minimum (langkah 12), maka berapa semen yang dibutuhkan.
  15. Penyesuaian pada jumlah air dan semen yang diberikan.
  16. Penentuan pada daerah gradasi agregat halus. Gradasi agregat halus dibagi menjadi 4 daerah : daerah I, II, III dan IV.
  17. Perbandingan agregat halus atau agregat kasar. Didapatkan berdasarkan besar butir maksimum, nilai *slump*, faktor air semen dan daerah gradasi agregat halus, berdasarkan data tersebut dapat dicari perbandingan agregat halus dan agregat kasar.
  18. Hitung berat jenis pada gabungan = (% agregat halus x berat jenis agregat halus) + (% agregat kasar x berat jenis agregat kasar).
  19. Menentukan jumlah berat pada beton segar. Menggunakan data berat jenis agregat campuran (langkah 16) dan kebutuhan pada air tiap meter kubik beton, maka dapat diukur berat jenis beton.
  20. Hitung kadar agregat gabungan = berat beton/m<sup>3</sup> – jumlah (semen + air).
  21. Hitung kadar agregat halus = % agregat halus x kadar agregat gabungan.
  22. Hitung kadar agregat kasar = agregat gabungan – agregat halus.

### III. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dipakai dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Pada tahapan ini peneliti melakukan penimbangan bahan meliputi penimbangan terhadap bahan agregat yang kasar dan yang halus, setelah penimbangan bahan dilakukan dan sesuai dengan data perhitungan maka kemudian selanjutnya dibuat benda uji. Pengujian pada benda uji beton yaitu melakukan perbandingan antara hasil pengujian beton tanpa memakai silica fume sebagai contoh sampel kontrol dengan beton yang dipakai silica fume sebagai sampel percobaan.



Gambar 1. Diagram alir proses penelitian

### III. Hasil Dan Pembahasan

1. Kuat tekan yang direncanakan sudah ditetapkan yaitu  $K-300 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$
2. Standar deviasi ditetapkan  $50 \text{ Kg/cm}^2$
3. Nilai Margin  $M = 1,64 \times S_r$ , Dimana :  
 $M = \text{margin}$   
 $1,64 = \text{tetapan statistik tergantung}$   
 $\text{persentase kegagalan hasil uji max 5\%}$   
 $S_r = \text{deviasi standar rencana}$   
 $M = 1,64 \times 50 = 82 \text{ Kg/cm}^2$
4. Perhitungan Kuat Tekan Beton rata - rata  $f_{cr}' = f_c' + m$   
 $= 300 + 82$   
 $= 382 \text{ Kg/cm}^2$
5. Jenis Semen = Tipe 1 OPC
6. Jenis gregat halus = Pasir alami
7. Jenis agregat kasar = Batu pecah
8. Menentukan Faktor Air Semen (fas) Jenis semen = Tipe 1 OPC  
 Jenis agregat kasar = Batu pecah  
 Jenis benda uji = Silinder
9. Faktor air semen maksimum = 0,57 (air tawar)
10. *Slump* = 30 – 60 mm
11. Ukuran maksimum agregat = 20 mm
12. Kadar air bebas =  $210 \text{ Kg/m}^3$
13. Jumlah semen ( C )  
 $W/C = 0,50 < 0,57 \text{ Maks}$   
 $C = \text{Kadar air bebas} / \text{Faktor air}$

- semen C =  $W / 0,50$   
 $= 210 \text{ Kg/m}^3 / 0,50$   
 $= 420 \text{ Kg/m}^3$
14. Kadar pada semen maksimum = -
15. Kadar pada semen minimum =  $325 \text{ Kg/m}^3$
16. Faktor air semen yang disesuaikan =
17. Susunan besar butir agregat halus =  
Daerah gradasi susunan butir 2
18. Persentase agregat halus = 45 %
19. Berat jenis gabungan = (% Agregat halus x BJ agregat halus) + (% Agregat kering kasar x BJ Agregat kasar)  
 $= (45\% \times 2,60) + (55\% \times 2,65)$   
 $= 1,17 + 1,46$   
 $= 2,63$
20. Berat jenis beton basah =  $2.500 \text{ Kg/m}^3$
21. Kadar agregat gabungan = Berat jenis beton basah - kadar air bebas - kadar semen  
 $= 2.500 \text{ Kg/m}^3 - 210 \text{ Kg/m}^3 - 420 \text{ Kg/m}^3$   
 $= 1.870 \text{ Kg/m}^3$   
 Kadar agregat halus = Persentase bahan <4,8 mm x Kadar agregat gabungan  
 $= 45\% \times 1.870 \text{ Kg/m}^3$   
 $= 841,5 \text{ Kg/cm}^3$   
 Kadar agregat kasar = Kadar agregat gabungan - kadar agregat halus  
 $= 1.870 \text{ Kg/cm}^3 - 841,5 \text{ Kg/cm}^3$   
 $= 1.028,5 \text{ Kg/cm}^3$
22. Proporsi Campuran  
Kebutuhan bahan campuran beton secara teoritis (per  $\text{m}^3$  beton) hasil rancang campuran beton secara teoritis / kondisi SSD (sebelum dikoreksi).

Semen = 420  $\text{Kg/m}^3$   
 Air = 210  $\text{Kg/m}^3$   
 Kadar agregat halus = 841,5  $\text{Kg/m}^3$

23. Volume Asli  
 Semen = BJ semen ÷ jumlah semen  
 $= 3,15 \div 420 \text{ Kg/m}^3$   
 $= 133,3 \text{ Kg/m}^3$   
 Air = BJ air ÷ kadar air bebas  
 $= 1,00 \div 210 \text{ Kg/m}^3$   
 $= 210,0 \text{ Kg/m}^3$   
 Split = BJ split ÷ kadar agregat kasar

$= 2,66 \div 1.028,5 \text{ Kg/m}^3$   
 $= 386,7 \text{ Kg/m}^3$   
 Pasir = BJ pasir ÷ kadar agregat halus  
 $= 0,60 \div 841,5 \text{ Kg/m}^3$   
 $= 323,7 \text{ Kg/m}^3$

24. Perhitungan Silica Fume

$15\% = \frac{15}{100} \times 420,00 = 63,00 \text{ kg/m}^3$   
 $45\% = \frac{45}{100} \times 420,00 = 189,00 \text{ kg/m}^3$   
 $65\% = \frac{65}{100} \times 420,00 = 273,00 \text{ kg/m}^3$

Tabel 3. Kebutuhan material per  $\text{m}^3$

Material	Volumes	Satuan
Semen	420,00	$\text{Kg/m}^3$
Agregat Halus	768,30	$\text{Kg/m}^3$
Agregat Kasar	960,70	$\text{Kg/m}^3$
Air	210	Liter
Silica Fume 15 %	63,00	$\text{Kg/m}^3$
Silica Fume 45 %	189,00	$\text{Kg/m}^3$
Silica Fume 65 %	273,00	$\text{Kg/m}^3$

Tabel 4. Data Mix Desain Penambahan Silica fume 0 %

Material	Jenis/Quarry	Volume 1m3	Satuan	Koreksi Kadar Air & Absorpsi Agregat, Volume 0,0045 m3
Semen	Type 1	420,00	kg	18,9
Pasir	Galunggung	768,30	kg	34,57
Split	Subang PWK	960,70	kg	43,23
Air	Kalijati	210,00	liter	9,45
Silica Fume	Sika	0	kg	0
Fas		0,50	%	
Berat Beton Segar		2.500	kg	
Koreksi	Pasir	Split		
Moisture Content (%)	8,11	1,01		
Absorpsi (%)	3,52	1,22		

Tabel 5. Data Mix Desain Penambahan Silica fume 15 %

Material	Jenis/Quarry	Volume 1m3	Satuan	Koreksi Kadar Air & Absorpsi Agregat, Volume
Semen	Type 1	420,00	kg	16,07
Pasir	Galunggung	768,30	kg	34,57
Split	Subang PWK	960,70	kg	43,23
Air	Kalijati	210,00	liter	9,45
Silica Fume	Sika	63,00	kg	2,84
Fas		0,50	%	
Berat Beton Segar		2.500	kg	
Koreksi	Pasir	Split		
Moisture Content (%)	8,11	1,01		
Absorpsi (%)	3,52	1,22		

**Tabel 4.** Data Mix Desain Penambahan *Silica fume* 45 %

Material	Jenis/Quarry	Volume 1m <sup>3</sup>	Satuan	Koreksi Kadar Air & Absorpsi Agregat, Volume 0,0045 m <sup>3</sup>
Semen	Type 1	420,00	kg	10,40
Pasir	Galunggung	768,30	kg	34,57
Split	Subang PWK	960,70	kg	43,23
Air	Kalijati	210,00	liter	9,45
Silica Fume	Sika	189,00	kg	8,51
Fas		0,50	%	
Berat Beton Segar		2.500	kg	
Koreksi	Pasir	Split		
Moisture Content (%)	8,11	1,01		
Absorpsi (%)	3,52	1,22		

**Tabel 5.** Data Mix Desain Penambahan *Silica fume* 65 %

Material	Jenis/Quarry	Volume 1m <sup>3</sup>	Satuan	Koreksi Kadar Air & Absorpsi Agregat, Volume 0,0045 m <sup>3</sup>
Semen	Type 1	420,00	kg	6,62
Pasir	Galunggung	768,30	kg	34,57
Split	Subang PWK	960,70	kg	43,23
Air	Kalijati	210,00	liter	9,45
Silica Fume	Sika	273,00	kg	12,29
Fas		0,50	%	
Berat Beton Segar		2.500	kg	
Koreksi	Pasir	Split		
Moisture Content (%)	8,11	1,01		
Absorpsi (%)	3,52	1,22		

## V. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil Analisa data dan evaluasi hasil pengujian laboratorium mengenai pengaruh penggunaan *Silica fume* dalam campuran beton terhadap kekuatan beton serta perbandingan komposisi, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kekuatan dalam penambahan *Silica fume* pada tekanan beton dalam penelitian ini dapat menghasilkan beton diatas rata-rata terhadap beton normal, sedangkan, percepatan usia beton berdasarkan penambahan zat additive silica fume tidak dapat mempercepat usia beton

Jenis Sample	Kuat Tekan Karakteristik ( Kg/cm <sup>2</sup> )		
	7 Hari	14 Hari	28 Hari
K-300 Normal ( sample 1 )	484,34	581,93	503,37
K-300 Normal ( sample 2 )	530,12	568,55	551,81
K-300 Normal ( sample 3 )	566,27	491,57	523,86
Nilai rata-rata	526,91	547,35	526,35
K-300 SF 15 % ( sample 1 )	462,65	604,82	632,53
K-300 SF 15 % ( sample 2 )	524,10	527,71	624,10
K-300 SF 15 % ( sample 3 )	532,53	520,48	591,57
Nilai rata-rata	506,43	551,00	616,06
K-300 SF 45 % ( sample 1 )	215,66	289,16	393,98
K-300 SF 45 % ( sample 2 )	240,96	304,82	421,69
K-300 SF 45 % ( sample 3 )	251,81	281,93	356,63
Nilai rata-rata	236,14	291,97	390,76
K-300 SF 65 % ( sample 1 )	154,22	162,65	228,92
K-300 SF 65 % ( sample 2 )	139,40	192,77	200,00
K-300 SF 65 % ( sample 3 )	189,16	150,60	216,87
Nilai rata-rata	160,92	168,67	215,26

2. Penggantian semen dengan kadar *Silica fume* sebesar 15% memberikan hasil yang baik karena mampu memenuhi diatas mutu beton K- 300 yaitu sebesar 616,06 Kg/cm<sup>2</sup>

K-300 SF 15 % ( sample 1 )	462,65	604,82	632,53
K-300 SF 15 % ( sample 2 )	524,10	527,71	624,10
K-300 SF 15 % ( sample 3 )	532,53	520,48	591,57
Nilai rata-rata	506,43	551,00	616,06

3. Kuat tekan pada beton normal pada umur 28 hari mencapai 526,35 Kg/cm<sup>2</sup> sedangkan untuk beton dengan campuran *Silica fume* 15 % pada umur 28 hari memiliki kuat tekan sebesar 616,06 Kg/cm<sup>2</sup>.

Jenis Sample	Kuat Tekan Karakteristik ( Kg/cm <sup>2</sup> )		
	7 Hari	14 Hari	28 Hari
K-300 Normal ( sample 1 )	484,34	581,93	503,37
K-300 Normal ( sample 2 )	530,12	568,55	551,81
K-300 Normal ( sample 3 )	566,27	491,57	523,86
Nilai rata-rata	526,91	547,35	526,35
K-300 SF 15 % ( sample 1 )	462,65	604,82	632,53
K-300 SF 15 % ( sample 2 )	524,10	527,71	624,10
K-300 SF 15 % ( sample 3 )	532,53	520,48	591,57
Nilai rata-rata	506,43	551,00	616,06

4. Terjadi penurunan kuat tekan pada campuran *Silica fume* 65%. Penurunan ini terjadi karena semakin tinggi kadar *Silica fume* yang disubstitusikan maka kemampuan mengalir beton akan semakin berkurang karena beton akan semakin kental (*viscous*), dan akan menghasilkan beton yang getas

K-300 SF 65 % ( sample 3 )	189,16	150,60	216,87
----------------------------	--------	--------	--------

5. Nilai kuat tekan yang paling tinggi adalah yang menggunakan campuran silica fume sebesar 15% yaitu 616,06 Kg/cm<sup>2</sup>

K-300 SF 15 % ( sample 1 )	462,65	604,82	632,53
K-300 SF 15 % ( sample 2 )	524,10	527,71	624,10
K-300 SF 15 % ( sample 3 )	532,53	520,48	591,57
Nilai rata-rata	506,43	551,00	616,06

## Saran

Ada beberapa persoalan yang belum terpecahkan, sehingga peneliti mengusulkan beberapa alternatif saran, yaitu sebagai berikut:

1. Komposisi substitusi untuk bahan tambah bisa di didapatkan dengan biaya yang sangat murah, untuk mendapatkan campuran yang lebih efisien
2. Perlu dilakukan lebih lanjut tentang tes permeabilitas pada beton
3. Dalam melaksanakan trial mix sebaiknya tidak hanya dilakukan secara manual menggunakan mixer konvensional tetapi bisa dicoba langsung dari batching plant untuk lebih didapatkan hasil yang lebih mendekati kondisi lapangan
4. Perlu dilakukan uji ketahanan pada korosi untuk penelitian selanjutnya

---

## DAFTAR PUSTAKA

- Annual Book of ASTM Standards, 2002, ASTM C39- 86 Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Antono, A., 1982. *Teknologi Beton*, Diktat. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. *Pelaksanaan Perkerasan Jalan Beton Semen* (PDT 05-2004-B).
- Barnabas, Peter L. 2005. *Pelaksanaan Pembangunan Jalan Beton Semen (Rigid Pavement) Di Palu – Sulawesi Tengah*.
- British Standards. *Design of Normal Concrete Mixes*. Inggris, 1998.
- Coyne, C. *Earth's Riches*. Canary Wharf: The Reader's Digest Association Ltd, 2008.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia. (PBI1971)*. Bandung: Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum.
- EH, Nugroho. 2010. *Analisis Porositas dan Permeabilitas Beton dengan Bahan Tambah Fly Ash untuk Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)*
- Mahdi, AF Rahayu. 2020. *Pengaruh Penambahan Pyrophyllite Terhadap Kuat Tekan Beton*
- Mulyono, T. "*Teknologi Beton*", Yogyakarta, 2004.
- SII-0013-1981.1981. *Standar Industri Indonesia*. Indonesia
- SNI 03-2834-2000. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*
- SNI S-04-1989-F. *Spesifikasi Agregat Beton Penahan Radiasi*
- SNI 03-2495-1991. *Spesifikasi Bahan Tambah untuk Beton*
- Tjokrodimulyo, K. 1996. *Teknologi Beton*. Nafiri: Yogyakarta.
- Tjokrodimulyo, K. 2007. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro Penerbit KMTS FT UGM
- [http://www.hpji.or.id/majalah/mjt\\_0701.pdf](http://www.hpji.or.id/majalah/mjt_0701.pdf).

