

**Pengaruh Penggunaan *Silica Fume* dan *Sikament-nn*
pada Campuran Beton Mutu Tinggi
Mengacu pada Metode *American Concrete Institute (ACI)***

Yusuf Amran

Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro.

ABSTRACT

Research experimental and analysis of use of additional material in the form of *Silica Fume* and *Sikament-NN* is done to find out the value of concrete compressive strength variation of the addition of *Silica Fume* from 0% to 20% and *Sikament-NN* for mixing of 0% to 2% of the weight of the cement. Can thus be determined how big its influence viewed from the results of this research have been presented in percent and increased strength.

This research using a sample of Test Cylinder diameter of 15 cm and a height of 30 cm. Testing performed at 28 days of age and every age consists of 3 test objects. So it takes 3 test objects for each addition of *Silica Fume* content variations and *Sikament-NN*. With the addition of *Silica Fume* 4 variations of 5%, 10%, 15%, and 20% as well as *Sikament-NN* 0.5%, 1%, 1.5% and 2% had a total of 27 test unit test objects.

The results showed that the effect of *Silica Fume* on concrete slurry can increase the kelecakan of the concrete, it is influenced by the shape of the *Silica Fume* particles are finely partikelnya, with the increased magnitude of the use of *Silica Fume* obtained values slump, this is due to *Silica Fume* is absorbing water, the use of *Silica Fume* concrete age 15% in 28 days compressive concrete strength obtained optimum is the highest power of others namely 458,60 kg/cm², but these results have not been achieved strong press the planned \$ 600 kg/cm², the use of *Silica Fume* on concrete as cement replacement with supplementary material levels of 15% of the weight of > cement can decrease the quality of the concrete, this is because the water absorption is too large by *Silica Fume* and water needed for hydration doesn't quite lead to low strength concrete being, from table 4.8. *Sikament-NN* for the addition of 0.5% and *Silica Fume* by 15% at the age of 28 day strength of concrete has increased most high (551,07 Kg/cm²) than the percentage increased more that 1%, 1.5% and 2% for the addition of *Sikament-NN* as well as 5%, 10% and 20% for the addition of *Silica Fume*, of research and of the above statements indicate that the concrete with the addition of powerful press *Sikament-NN* for 0.5% and *Silica fume* by 15% is recommended for use on a concrete plan if you use additional ingredients such as those above. Meaning can be summed up using *Sikament-NN* and *Silica Fume* should be used until the limit of 0.5% and 15% and more than that is not effective anymore.

I. Pendahuluan

High strength concrete/beton mutu tinggi merupakan sebuah tipe beton performa tinggi yang secara umum memiliki kuat tekan 6000 psi (40 MPa) atau lebih. Ukuran kuat tekannya diperoleh dari silinder beton 150 mm – 300 mm atau silinder 100 mm – 200 mm pada umur 56 ataupun 90 hari, ataupun umur yang telah ditentukan tergantung pada aplikasi yang diinginkan. Produksi *high strength concrete* membutuhkan penelitian dan perhatian yang lebih jauh terhadap kontrol kualitasnya daripada beton konvensional.

Beton didefinisikan sebagai “*high-strength*” semata-mata berdasarkan karena kuat tekannya pada umur tertentu. Pada tahun 1960-an, sebelum ditemukannya *superplasticizer*, campuran beton yang memperlihatkan kuat tekan sebesar 7500 psi (52 Mpa) pada umur 28 hari disebut sebagai *high strength concrete* yang kemudian

berubah lagi standar tersebut pada tahun 1970-an menjadi 9000 psi (62 Mpa) . Saat ini, saat campuran beton dengan kuat tekan 62 MPa – 120 MPa tersedia di pasaran, pada *ACI Committae 2002* tentang *High Strength Concrete* merevisi definisinya menjadi *memperoleh campuran dengan kuat tekan desain spesifikasi 62 MPa atau lebih*.

Oleh karena itu, berdasarkan penjelasan di atas ada beberapa alasan yang dapat dikemukakan mengapa kita membutuhkan beton mutu tinggi, antara lain adalah:

1. Untuk menempatkan beton pada masa layannya pada umur yang lebih awal, sebagai contoh pada perkerasan di umur 3 hari.
2. Untuk membangun bangunan-bangunan tinggi dengan mereduksi ukuran kolom dan meningkatkan luasan ruang yang tersedia.
3. Untuk membangun struktur bagian atas dari jembatan-jembatan bentang panjang

dan untuk mengembangkan durabilitas lantai-lantai jembatan.

Upaya untuk mendapatkan beton mutu tinggi yaitu dengan meningkatkan mutu material

pembentuknya, misalnya kekerasan agregat dan kehalusan butir semen.

Peningkatan mutu beton dapat dilakukan dengan memberikan bahan ganti atau bahan tambah, dari beberapa bahan pengganti dan bahan tambah yang ada diantaranya adalah *Silica Fume* selain dapat meningkatkan mutu beton, juga dapat mempengaruhi tegangan dan regangan pada beton.

1.1 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan maka dapat dirumuskan masalah yang akan diteliti yaitu :

3. Benarkah kuat tekan yang dihasilkan beton dengan penggantian sebagian semen dengan *Silica fume* lebih tinggi dari kuat tekan beton normal.
4. Bagaimana pengaruh penggantian sebagian semen dengan *Silica fume* terhadap kelecakan dan nilai slump untuk menentukan proporsi campuran beton.
5. Berapa besar peningkatan kekuatan beton pada umur 28 hari dengan penggantian sebagian semen dengan *Silica fume* dan penambahan *admixture* berupa *Sikament-NN* pada komposisi tertentu di akhir penelitian.

1.2 BATASAN MASALAH

Agar penelitian dapat terarah sesuai tujuan yang diharapkan, dipakai anggapan dasar dan batasan bahan penelitian sebagai berikut:

1. Kuat tekan beton rencana ($f'c$) pada umur 28 hari sebesar 62,5 MPa.
2. Metode Perhitungan menggunakan metode *American Concrete Institute (ACI)*.
3. Penelitian ini membandingkan kuat tekan beton normal dengan kuat tekan beton yang menggunakan bahan tambah *Silica fume* sebagai pengganti sebagian semen (PC).
4. Variasi penambahan bahan *additive* yang disarankan adalah sebesar 5%, 10%, 15% dan 20% untuk penggunaan *Silica*

fume, di mana semua variasi tersebut mengacu dari berat semen yang digunakan pada campuran beton dan hasil optimum dari penggunaan kedua bahan tambahan tersebut akan menjadi suatu komposisi campuran beton yang baru.

5. Penelitian menggunakan benda uji berupa silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan total jumlah sampel 27 silinder beton dengan 3 (tiga) sampel untuk masing-masing variasi campuran beton.
6. Bahan pembuat beton : semen type I dengan merk semen holcim, agregat halus dari daerah Gunung Sugih Kabupaten Lampung Tengah, agregat kasar yang digunakan dari Tanjung Lampung Selatan, air yang digunakan dari Laboratorium Beton Teknik Sipil Universitas Bandar Lampung dan bahan tambahan *additive* produk dari PT. Sika Nusantara Indonesia.
7. Agregate kasar yang digunakan adalah aggregate kasar dengan *maximum size* sebesar 20 mm.

II. Tinjauan Pustaka

2.1 Teori Tentang Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton umur 28 hari berkisar antara nilai 10-65 MPa. Untuk struktur beton bertulang pada umumnya menggunakan beton dengan kuat tekan antara 17-30 MPa. Sedangkan untuk beton prategang digunakan beton dengan kuat tekan lebih tinggi, berkisar antara 30-45 MPa. Untuk keadaan dan keperluan khusus, beton *ready mix* mampu mencapai kuat tekan 62 MPa dan untuk memproduksi beton kuat tekan tinggi tersebut umumnya dilaksanakan dengan pengawasan ketat laboratorium (*Dipohusodo, 1999*).

Kuat tekan beton :

$$F'c = P / A \text{ (N/mm}^2 \text{ = MPa)}$$

Di mana:

P = Beban maksimum (N)

A = Luas benda uji (mm²)

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan beton yaitu:

1. Faktor Air Semen (FAS)
2. Umur Beton

3. Jenis dan Jumlah Semen
4. Sifat Agregat

2.2 Workabilitas (*Workability*)

Workabilitas diartikan sebagai tingkat kemudahan suatu campuran beton untuk dikerjakan. Baik pada saat dicampur, diangkut, dipadatkan, maupun dicetak. Faktor utama yang berpengaruh dalam workabilitas ini yaitu (Taylor, 2002):

1. Kadar air
2. Tipe dan ukuran agregat

2.3 Segregasi dan Bleeding

Pengertian segregasi adalah peristiwa pemisahan komponen material dalam campuran beton segar sebagai akibat dari campuran yang tidak seragam (Mindess et al., 1996). Peristiwa pemisahan ini dapat terjadi dua macam:

pengendapan agregat yang lebih berat di dasar campuran beton segar, atau pemisahan agregat kasar dari kesatuan campuran beton akibat pemadatan yang berlebihan.

Sedangkan *bleeding* adalah suatu jenis segregasi khusus. Pengertian *bleeding* adalah peristiwa naiknya air ke atas permukaan pada saat adukan beton telah mengalami konsolidasi, namun belum mengalami pengikatan (Mindess et al., 1996). Hal ini dikarenakan air menjadi material yang memiliki berat jenis terkecil dibanding komponen yang lain (agregat dan semen).

2.4 Gradasi Agregat

Gradasi adalah distribusi proporsi ukuran butiran agregat dalam suatu campuran beton (Mindess et al., 1996). Ada 3 macam gradasi yang dikenal, yaitu:

1. Gradasi Seragam
2. Gradasi Menerus
3. Gradasi Sela

2.5 Material Penyusun Beton

2.5.1 Semen

Semen berasal dari bahasa latin "*cementum*", di mana kata ini mula-mula dipakai oleh bangsa Roma yang berarti bahan atau ramuan pengikat, dengan kata lain semen dapat didefinisikan adalah suatu bahan perekat yang berbentuk serbuk halus, bila ditambah air akan terjadi reaksi hidrasi

sehingga dapat mengeras dan digunakan sebagai pengikat (*mineral glue*).

Unsur dalam bahan mentah

Oksida	%
Kapur : CaO	60~65
Silica : SiO ₂	17~25
Alumina : Al ₂ O ₃	3~8
Besi : Fe ₂ O ₃	0.5~6
Magnesia : MgO	0.5~4
Sulfur : SO ₃	1~2
Soda/Potas : Na ₂ O+K ₂ O	0.5~1

selama fusi(peleburan)
berinteraksi
membentuk susunan
komplek

Senyawa utama yang terbentuk

Trikalsium silikat 3CaO.SiO ₂	C ₃ S
Dikalsium silikat 2CaO.SiO ₂	C ₂ S
Trikalsium aluminat 3CaO.Al ₂ O ₃	C ₃ A
Tetrakalsium aluminoforit 4CaO.Al ₂ O ₃ .Fe ₂ O ₃	C ₄ AF

C₃S : 30~50%
C₂S : 20~45%
C₃A : 8~12%
C₄AF : 6~10%
+
Gips (CaSO₄) ± 3%

SEMEN PORTLAND

Gambar Susunan kimia semen

Sumber : Triono, 2001

2.5.2 Agregat Halus (Pasir)

Pasir yang digunakan dalam adukan beton harus memenuhi syarat sebagai berikut:

1. Pasir harus terdiri dari butir-butir tajam dan keras.
2. Butirnya harus bersifat kekal.
3. Pasir tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% dari berat kering pasir, lumpur yang ada akan menghalangi ikatan antara pasir dan pasta semen, jikakonsentrasi lumpur tinggi maka

beton yang dihasilkan akan berkualitas rendah.

4. Pasir tidak boleh mengandung bahan organik terlalu banyak.
5. Gradasinya harus memenuhi syarat seperti tabel berikut ini

Tabel Agregat halus menurut ASTM C33-92a

Ukuran Saringan (mm)	Prosentase Lolos Saringan
4,5	100
2,36	95-100
1,18	80-100
0,6	50-85
0,3	25-60
0,15	10-30
0,075	2-15
Pan	0-5

Sumber : ASTM C33-92a

2.5.3 Agregate Kasar (Split)

Agregat disebut agregat kasar jika butiran ukurannya sudah melebihi 4,75 mm (No.4 ASTM C33). Karakteristik agregat kasar yang perlu diperhatikan diantaranya:

1. Gradasi Agregat Kasar, gradasi agregat adalah distribusi dari ukuran agregat atau proporsi dari macam-macam ukuran butir agregat berdasarkan analisa saringan. Syarat gradasi menurut ASTM dapat dilihat tabel.

Tabel Agregat kasar menurut ASTM C33-92a

Ukuran Saringan (mm)	Prosentase Lolos Saringan
25	100
19	90-100
9,5	20-55
4,75	0-10
2,36	0-5
Pan	0-2

Sumber : ASTM C33-92a

2. Modulus Halus Butir (HMB), modulus kehalusan butir (*Fineness Modulus*) atau MHB. Spesifikasi modulus halus butir agregat kasar menurut ASTM yaitu 5,5% - 8,5%.
3. Absorpsi dan Berat Jenis (*Specific Gravity*) Agregat Kasar, spesifikasi agregat untuk beton normal menurut ASTM adalah berat jenis agregat kasar yaitu 1,60-3,20 kg/liter dan absorpsi pada nilai 0,2 - 4,0%. Untuk beton mutu

tinggi akan baik dengan absorpsi kurang dari 1%.

4. Berat Volume Agregat Kasar, spesifikasi berat volume agregat kasar menurut ASTM yaitu 1,6 - 1,9 kg/liter.
5. Kadar Air Agregat Kasar, spesifikasi kadar air agregat kasar menurut ASTM yaitu 0,5% - 2,0%.
6. Persentase Keausan, spesifikasi keausan agregat beton menurut ASTM yaitu 15%-50%.
7. Kadar Lumpur, kadar lumpur agregat beton menurut spesifikasi ASTM yaitu 0,2%-1,0%.

2.6 Faktor Air Semen (FAS)

Faktor air semen (fas) adalah perbandingan berat air dan berat semen yang digunakan dalam adukan beton.

Rumus yang digunakan pada beton mutu tinggi adalah:

$$Fas = W / (c + p)$$

Keterangan :

Fas = Faktor air semen

W = Rasio total berat air

c = Berat semen

p = Berat bahan tambah pengganti semen

Nilai faktor air semen pada beton mutu tinggi termasuk berat air yang terkandung di dalam agregat. Faktor air semen pada kondisi agregat kering oven.

2.7 Zat Additive (Bahan Tambahan)

2.7.1 Silica Fume

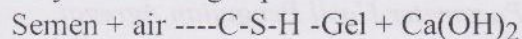
Dalam teknologi beton, *Silica Fume (SF)* digunakan sebagai pengganti sebagian dari semen atau bahan tambahan pada saat sifat-sifat khusus beton dibutuhkan, seperti penempatan mudah, kekuatan tinggi, permeabilitas rendah, durabilitas tinggi, dan lain sebagainya. *Silica fume* merupakan hasil sampingan dari produk logam silikon atau *alloy ferosilikon*. Menurut standar

"*Spesification for Silica Fume faor Use in Hydraulic Cement Concrete and Mortal*"

(ASTM.C.1240,1995: 637-642), *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*).

Penggunaan *silica fume* dalam campuran beton dimaksudkan untuk menghasilkan beton dengan kekuatan tekan yang tinggi. Beton dengan kekuatan tinggi digunakan, misalnya, untuk kolom struktur atau dinding geser, *pre-cast* atau beton pra-tegang dan beberapa keperluan lain. Kriteria kekuatan beton berkinerja tinggi saat ini sekitar 50-70 Mpa untuk umur 28 hari. Penggunaan *silica fume* berkisar 0-30% untuk memperbaiki karakteristik kekuatan keawetan beton dengan faktor air semen sebesar 0,34 dan 0,28 dengan atau tanpa *superplastisizer* dan nilai slump 50 mm (Yogerdran, et al, 1987: 124-129).

Reaksi hidrasi pada beton pada umumnya dipahami sebagai reaksi pengerasan beton karena pengikatan oleh semen, yang dapat dinyatakan dengan persamaan :



Tabel Sifat-Sifat Fisika Silica Fume

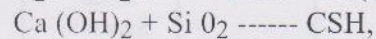
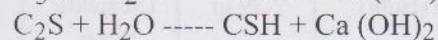
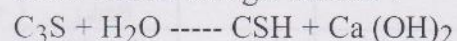
No.	Sifat Fisik	Penjelasan
1	Warna	Abu-abu gelap
2	Berat jenis	2,2
3	Berat volume	200-300 kg/m ³
4	Kehalusan	20.000 kg/m ²
5	Diameter	0,1 μm (1/100 diameter semen)

Sumber : Sika Information

2.7.2 Manfaat Penggunaan Silica Fume

1. Mengurangi Permeabilitas Beton
2. Peningkatan Performances Mekanis Beton
3. Peningkatan Resistensi Sulfate Beton
4. Peningkatan Perlindungan Korosi Tulangan

Adapun reaksi kimia *Silica Fume* terhadap beton adalah sebagai berikut :



(*Calcium Silikat Hidrat*)

2.8 Mix Design (Rancangan Campuran)

Beberapa metode dalam perancangan beton:

1. Metode ACI (*American Concrete Institute*)
2. Metode Road Note No.4
3. Metode SK.SNI T-15-1990-03./ *Current British Method (DOE)*
4. Metode campuran Coba-coba

III. Metodologi Penelitian

3.1 Sampling Material

Sampel atau contoh uji adalah bagian kecil dari suatu kumpulan material dalam jumlah besar yang sedang berada dalam pengolahan, *stockpile* (penimbunan material), *batch*, truk, mobil angkut, atau *belt-conveyor*. Karakteristik sampel menunjukkan sifat dan karakteristik material yang diuji. Alat ukur dan metode pengambilan sampel dapat mengikuti aturan statistik. Pengertian sampel dalam statistik adalah contoh uji dalam populasi, yaitu sekumpulan sampel uji yang diduga mempunyai sifat dan karakteristik yang homogen.

3.2 Pemeriksaan Bahan-Bahan Dasar

Pemeriksaan bahan-bahan dasar meliputi dua bagian yaitu pemeriksaan agregat halus dan pemeriksaan agregat kasar. Pemeriksaan bahan-bahan dasar tersebut meliputi :

1. Pemeriksaan Agregat Halus / Pasir
 - 1) Pemeriksaan Kadar Lumpur (*Sand Aquivalent*) dalam agregat halus (ASTM C117-80).
 - 2) Pemeriksaan kandungan bahan organik (ASTM C40-74)
 - 3) Pemeriksaan Kadar Air (ASTM C566-78)
 - 4) Analisa Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus.
 - 5) Pemeriksaan Gradasi Pasir (ASTM C33-93).
2. Pemeriksaan Agregat Kasar
 - 1) Pengujian Gradasi Agregat Kasar
 - 2) Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

3.3 Pengujian Slump Test

Satu contoh campuran beton segar dimasukkan ke dalam sebuah cetakan yang memiliki bentuk kerucut terpancung dan dipadatkan dengan batang penusuk. Cetakan diangkat dan beton dibiarkan sampai terjadi penurunan pada permukaan bagian atas beton. Jarak antara posisi permukaan semula dan posisi setelah penurunan pada pusat permukaan atas beton diukur dan dilaporkan sebagai nilai slump beton. Alat uji harus berupa sebuah cetakan yang terbuat dari

bahan logam yang tidak lengket dan tidak bereaksi dengan pasta semen.

3.4 Prosedur Perbandingan Campuran

1. Menentukan Slump dan Kekuatan Beton yang diinginkan
2. Menentukan Ukuran Agregat Kasar Maksimum
3. Menentukan Kadar Air Agregate Kasar Optimum
4. Estimasi Kadar Air Pencampur dan Kadar Udara.
5. Menentukan w/c+p
6. Menghitung Kadar Bahan Bersifat Semen
7. Perbandingan Dasar Campuran dengan Bahan Semen lainnya
8. Perbandingan Campuran Gabungan dengan Menggunakan *Additif*
9. *Trial mix*
10. Perkiraan Perbandingan Campuran
11. Menentukan Perbandingan optimum Campuran

3.5 Pembuatan benda uji

Benda uji yang digunakan yaitu benda uji silinder sebanyak 27 unit sampel dengan rencana komposisi benda uji yang akan dibuat berdasarkan berat semen adalah sebagai berikut :

1. Dibuat 6 tipe campuran untuk masing-masing bahan *additif* yang terdiri dari :
Campuran I dengan penambahan *SilicaFume* 0 %
Campuran II dengan penambahan *SilicaFume* 5 %
Campuran III dengan penambahan *SilicaFume* 10 %
Campuran IV dengan penambahan *SilicaFume* 15 %
Campuran V dengan penambahan *SilicaFume* 20 %
Campuran VI dengan penambahan *Sikament-NN* dan *Silica Fume* pada kuat tekan optimum
2. Setiap campuran diukur nilai slumpnya.
3. Setiap campuran dibuat 3 buah benda uji, yaitu untuk pengujian kuat tekan pada umur 28 hari.
4. Kemudian cetak andibukadan dilakukan perawatan dengan cara mempertahankan kelembaban benda uji yaitu direndam dalam bak atau

dimasukkan ke dalam desikator (alat pendingin).

5. Perawatan beton ini dimaksudkan untuk mencegah suhu beton yang tinggi atau penguapan air secara berlebihan yang dapat mengurangi kekuatan beton.

3.6 Pengujian benda uji

Pengujian benda-benda uji dilakukan pada umur beton 28 hari dengan menggunakan alat *Compression Testing Machine*. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan cara meletakkan benda uji silinder beton tegak (berdiri) pada pelat bawah, beban maksimum dicatat, yang diperoleh setelah benda uji pecah atau hancur (ASTM C 39).

IV. Hasil Pengujian

4.1 Agregat Halus (Pasir)

Tabel Parameter Hasil Pengujian Agregat Halus/Pasir

No	Jenis Pengujian	Hasil	ASTM-SNI
1	Analisa saringan	Zona 2	Baik
2	Kadar Air	1.9 %	(Semakin Kecil, Semakin Baik)
3	Berat Volume	1.64 gr/cm ³	(Semakin Besar, Semakin Baik)
4	Kadar Lumpur	0.96 %	Max. 5 %
5	Modulus Kehalusan Pasir	3.11 %	3-8 %
6	Berat Jenis SSD	2.52 gr	(Semakin Besar, Semakin Baik)
7	Berat Jenis Semu (Apparent)	2.75 gr	(Semakin Besar, Semakin Baik)
8	Berat Jenis (Bulk)	2.39 gr	(Semakin Besar, Semakin Baik)
9	Penyerapan	5.48 %	(Semakin Kecil, Semakin Baik)

Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium

4.2 Agregat Kasar (Split/Batu Pecah)

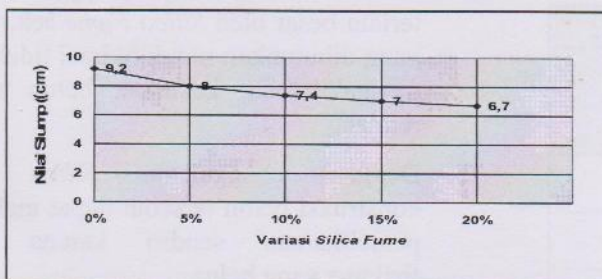
Tabel Parameter Hasil Pengujian Agregat Kasar/Batu Pecah

No	Jenis Pengujian	Hasil	ASTM-SNI
1	Analisa Saringan	Zona 2	Baik
2	Kadar Air	0.81 %	(Semakin Kecil, Semakin Baik)
3	Berat Volume	1.59 gr/cm ³	(Semakin Besar, Semakin Baik)
4	Kadar lumpur	0.67 %	Max. 5 %
5	Berat jenis SSD	2.21 gr	3-8 %
6	Berat Jenis Semu (Apparent)	2.26 gr	(Semakin Besar, Semakin Baik)
7	Berat Jenis (Bulk)	2.17 gr	(Semakin Besar, Semakin Baik)
8	Penyerapan	1.9 %	(Semakin Kecil, Semakin Baik)
9	Abrasion	10,76 %	(Semakin Besar, Semakin Baik)

4.3 Kelecekan Adukan Beton (Workability)

Tabel Nilai Pengujian Slump (Silica Fume).

Variasi kadar penambahan Silica Fume (%)	Nilai Slump (cm)
0	9,2
5	8
10	7,4
15	7
20	6,7

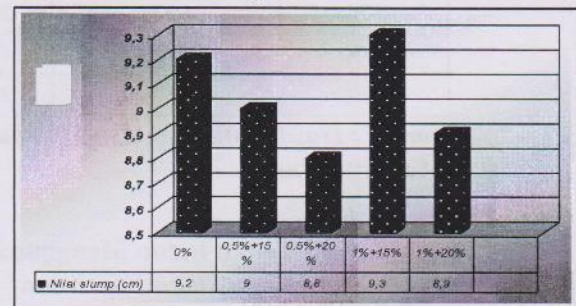


Grafik Nilai Slump dengan Penambahan Silica Fume

Tabel Nilai Pengujian Slump (SP + SF).

Variasi kadar penambahan SP + SF (%)	Nilai Slump (cm)
SP 0,5%+SF 15%	9,0
SP 0,5%+SF 20%	8,8
SP 1,0%+SF 15%	9,3
SP 1,0%+SF 20%	8,9

Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium



Gambar Diagram Nilai Slump dengan Penambahan SP + SF

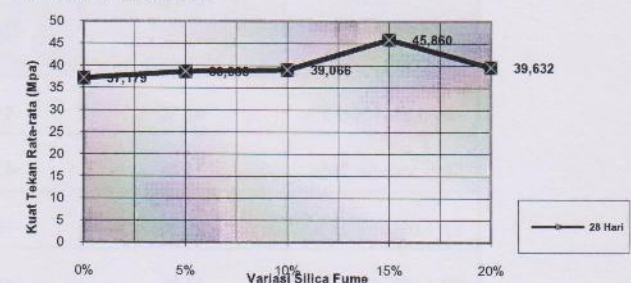
4.3 Kuat Tekan Beton

4.3.1 Kuat Tekan Beton Menggunakan Tambahan Silica Fume

Tabel Hasil pengujian kuat tekan beton rata-rata (Silica Fume)

Variasi Penambahan	Kuat tekan rata-rata (kg/cm ²)
	28 Hari
0%	371,79
5%	386,88
10%	390,66
15%	458,60
20%	396,32

Sumber : Hasil Pengujian dan Perhitungan di Laboratorium



Gambar Grafik hubungan kuat tekan beton dengan variasi penambahan Silica Fume

Tabel Persentase peningkatan kuat tekan beton rata-rata setelah ditambahkan Silica Fume terhadap beton normal

Variasi Penambahan	Kuat Tekan Rata-Rata (Kg/cm ²)	
	% Peningkatan (Dari Beton Normal)	28 Hari
0%	0 %	371,79
5%	4,1 %	386,88
10%	5,2 %	390,66
15%	23,5 %	458,60
20%	6,3 %	396,32

Sumber : Hasil Pengujian dan Perhitungan di Laboratorium

4.3.2 Kuat Tekan Beton Menggunakan Tambahan Silica Fume dan Sikament-NN

Tabel Hasil pengujian kuat tekan beton rata-rata (SP + SF)

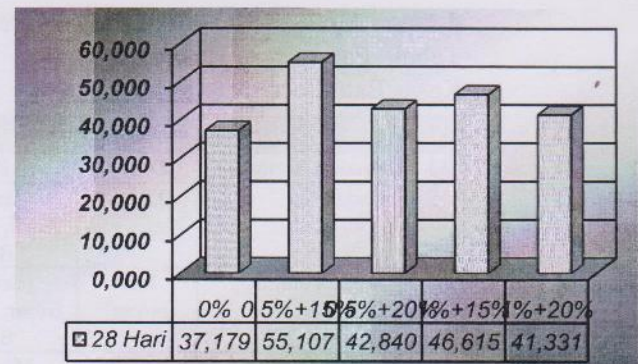
Variasi Penambahan	Kuat tekan rata-rata (kg/cm ²)
	28 Hari
SP 0,5%+SF 15%	551,07
SP 0,5%+SF 20%	428,40
SP 1,0%+SF 15%	466,15
SP 1,0%+SF 20%	413,31

Sumber : Hasil Pengujian dan Perhitungan di Laboratorium

Tabel Persentase peningkatan kuat tekan beton rata-rata setelah ditambahkan SP dan SF terhadap beton normal.

Variasi Penambahan	Kuat Tekan Rata-Rata (Kg/cm ²)	
	% Peningkatan (Dari Beton Normal)	28 Hari
SP 0,5%+SF 15%	48 %	551,07
SP 0,5%+SF 20%	15 %	428,40
SP 1,0%+SF 15%	25 %	466,15
SP 1,0%+SF 20%	11 %	413,31

Sumber : Hasil Pengujian dan Perhitungan di Laboratorium



Gambar Diagram hubungan kuat tekan beton dengan variasi penambahan SP + SF

V KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

1. Pengaruh *Silica Fume* pada adukan beton dapat meningkatkan kelecakan beton, hal ini dipengaruhi oleh bentuk partikel *Silica Fume* yang halus partikelnya.
2. Dengan bertambah besarnya penggunaan *Silica Fume* didapat nilai slump yang kecil, hal ini disebabkan *Silica Fume* bersifat menyerap air.
3. Pada penggunaan *Silica Fume* 15% pada umur beton 28 hari didapat kuat tekan beton yang optimum yaitu kekuatan yang tertinggi yang lebih besar dari lainnya yaitu 458,60 kg/cm² namun hasil ini belum mencapai kuat tekan yang direncanakan yaitu sebesar 600 kg/cm².
4. Penggunaan *Silica Fume* pada beton sebagai bahan tambahan pengganti semen dengan kadar >15% dari berat semen dapat menurunkan mutu beton, hal ini disebabkan karena penyerapan air yang terlalu besar oleh *Silica Fume* sehingga air yang dibutuhkan untuk hidrasi tidak cukup mengakibatkan kekuatan beton menjadi rendah.
5. Dengan penggunaan *Silica Fume*, konstruksi beton tersebut dapat melakukan pemeliharaan sendiri karena bentuk fisiknya yang halus.
6. Dengan penggunaan *Silica Fume*, konstruksi beton dapat lebih tahan lama dan padat sehingga pori-pori dapat tertutup rapat karena sifatnya yang sangat halus dan dapat mengurangi perembesan beton lebih maksimal serta mempercepat proses pengeringan beton.

7. Dari hasil penelitian dan dari pernyataan-pernyataan di atas menunjukkan bahwa kuat tekan beton dengan penambahan *silica fume* mengalami peningkatan optimum pada penambahan *silica fume* sebesar 15%, setelah itu pada penambahan 20% kuat tekannya menurun walaupun masih di atas kuat tekan beton normal. Berarti dapat disimpulkan penggunaan *Silica Fume* sebaiknya digunakan sampai batas 15% saja dan lebih dari itu tidak efektif lagi.
8. Dari tabel untuk penambahan *Sikament-NN* sebesar 0,5% dan *Silica Fume* sebesar 15 % pada umur 28 hari beton mengalami peningkatan kekuatan paling tinggi (551,07 Kg/cm²) dibandingkan persentase penambahan yang lainnya yaitu sebesar 1%, 1,5% dan 2% untuk penambahan *Sikament-NN* serta 5%, 10% dan 20% untuk penambahan *Silica Fume*.
9. Semakin tinggi persentase *Silica Fume* yang digunakan sebagai material tambahan pengganti semen pada campuran beton, tidak menjamin akan semakin baik pula mutu beton yang akan dihasilkan, begitu juga pada penggunaan *Sikament-NN*, hal ini dikarenakan fungsi utama penggunaan *Sikament-NN* pada campuran beton adalah untuk mempermudah pengerjaan beton/menjadikan campuran beton menjadi lebih encer namun tidak memberikan berpengaruh yang besar terhadap peningkatan mutu beton yang akan dihasilkan.
10. Dari hasil penelitian dan dari pernyataan-pernyataan di atas menunjukkan bahwa

4.2 Saran

1. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut pengaruh penggunaan semen pada campuran beton yang menggunakan berbagai merk semen dengan metode yang lain untuk mengetahui keefektifan secara ekonomis dan secara teoritis karena dengan menggunakan metode yang lain akan didapat kubikasi bahan/material, kuat tekan yang lain pula.
2. Mengacu kepada hasil penelitian dan kesimpulan maka penulis menyarankan kuat tekan beton dengan penambahan *Sikament-NN* sebesar 0,5% dan *Silica fume* sebesar 15% lah yang direkomendasikan untuk digunakan pada suatu perencanaan beton jika menggunakan bahan tambahan seperti tersebut di atas. Berarti dapat disimpulkan penggunaan *Sikament-NN* dan *Silica Fume* sebaiknya digunakan sampai batas 0,5% dan 15% saja dan lebih dari itu tidak efektif lagi.
11. Penggantian sebagian semen yang digunakan pada campuran beton dengan bahan tambahan berupa *Silica Fume*, maksudnya adalah walaupun *Silica Fume* pada prinsipnya berfungsi untuk memperbaiki/menambah mutu beton yang ingin dihasilkan (kandungan *Silica* yang ada pada *Silica Fume*) namun *Silica Fume* tidak otomatis dapat menggantikan keberadaan semen yang ada pada campuran, hal ini dikarenakan perbedaan tingkat kekerasan dan berat jenis dari kedua bahan tersebut, di mana berat jenis semen portland komposit adalah berkisar antara 2,5 – 2,9 gram/ml sedangkan berat jenis *Silica Fume* hanya sebesar 2,2 gram/ml, maka dapat disimpulkan bahwa keberadaan *Silica Fume* tidak dapat menggantikan keberadaan semen pada suatu campuran beton atau dengan kata lain jika bahan tambahan ini akan digunakan maka jangan mengurangi berat semen yang telah ditentukan pada komposisi campuran tersebut namun tetap ditambahkan sesuai dengan persentase yang ditentukan.
- agar untuk penggunaan bahan *additive* berupa *Silica Fume* pada campuran beton hendaknya dibatasi pada pencampuran sebesar 15 % dari berat semen pada tiap campurannya, hal ini dikarenakan jika penggunaan *Silica Fume* lebih dari 15 % justru akan mengurangi kekuatan/mutu dari beton tersebut sebab pada campuran sebesar 20 % ini atau lebih terjadi penyerapan air yang besar pada campuran beton.
3. Kaitannya dengan rencana pencapaian mutu beton agar sesuai dengan mutu rencana, maka penulis menyarankan

untuk menggunakan bahan tambahan lain yang bersifat *admixture* (*Superplasticizer*), di mana bahan tambahan ini pada penambahan dengan jumlah tertentu akan mampu meningkatkan nilai *workability* campuran karena akan mengencerkan campuran tanpa mengurangi mutu/kualitas beton, dan direkomendasikan jika menggunakan *admixture* (*Superplasticizer*) berupa Sikament-NN maka penggunaannya dibatasi hanya sampai sebesar 0,5% dari berat semen yang digunakan pada komposisi campuran.

4. Untuk menghasilkan beton yang bermutu sebaiknya jangan menggunakan semen jenis komposit atau biasa disebut dengan istilah *PCC* (*Portland Composit Cement*) yang berat jenisnya berkisar antara 2,5 – 2,9 gram/ml yang bebas beredar dipasaran, sebaiknya semen yang digunakan adalah semen portland atau yang biasa kita kenal dengan sebutan *PC* (*Portland Cement*) yang berat jenisnya lebih besar yaitu berkisar antara 3,1 – 3,3 gram/ml (berdasarkan SII) namun kendalanya adalah semen jenis ini saat ini sudah tidak beredar bebas lagi di pasaran

(masuk ke dalam kategori semen khusus dan diproduksi dalam bentuk curah).

5. Mutu/kualitas agregat yang digunakan juga harus diperhatikan pada suatu campuran beton karena agregat yang baik (gradasinya, berat jenis, kekerasan, tekstur permukaan, dan lain-lain) juga mempengaruhi kualitas beton yang akan dihasilkan.
6. Khusus pada penggunaan *Superplasticizer* berupa *Sikament-NN* pada suatu campuran beton, karena bahan tambahan ini bersifat cair, maka penggunaan air pada suatu komposisi campuran hendaknya juga dikurangi dari volume awal campuran terhadap volume *Sikament-NN* yang digunakan sesuai dengan persentase pemakaian pada tiap-tiap komposisi.
7. Jika *Silica Fume* digunakan bersamaan dengan bahan tambahan bersifat cair (*SP*), maka volume semen yang digunakan sebaiknya jangan dikurangi, namun tetap pada volume awal kebutuhan untuk tiap-tiap komposisinya dan tetap ditambahkan *Silica Fume* sesuai dengan persentase kebutuhan untuk masing-masing komposisi campuran beton yang direncanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aman Subakti, 1995, *Teknologi Beton Dalam Praktek*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Surabaya
- Antono, A, 1995, **TEKNOLOGI BETON**, Penerbit Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.
- Ilham, A, 2004, **PENGARUH PENGURANGAN KANDUNGAN AIR DAN PENAMBAHAN SUPERPLASTICIZER PADA KOMPOSISI CAMPURAN BETON KUAT TEKAN 30 DAN 40 MPa**, Jurnal Jurusan Teknik Sipil UII, Yogyakarta.
- Murdock, L. J., dan Brook, K. M., 1986, **BAHAN DAN PRAKTEK BETON**, Terjemahan, Erlangga, Jakarta.
- , **SK SNI 03-6468-2000 (Pd T-18-1999-03), TATA CARA PERHITUNGAN CAMPURAN BETON BERKEKUATAN**

TINGGI, Yayasan Penyelidik Masalah Bangunan, Bandung.

Tjokrodimulyo, Kardiyono, 1992,

TEKNOLOGI BETON, Buku Ajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.