

**TUGAS AKHIR**

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

**Disusun Oleh:**

**Nama : RIAN AGUSTIAN**

**NPM 1710015211048**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS BUNG HATTA**

**PADANG  
2023**

LEMBAR PENGESAHAN INSTITUSI  
TUGAS AKHIR

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

RIAN AGUSTIAN  
1710015211048



27 AGUSTUS 2024

Disetujui Oleh :

Pembimbing I

(Dr. Eng. Khadavi, S.T, M.T)

Pembimbing II

(Zufrimar, S.T., M.T.)

Dekan FTSP

(Dr. Al Busyra Fuadi, S.T., M.T)

Ketua Prodi Teknik Sipil

(Indra Khaidir, S.T., M.Sc.)

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI  
TUGAS AKHIR

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

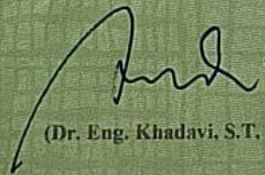
RIAN AGUSTIAN  
1710015211048



27 AGUSTUS 2024

Disetujui Oleh :

Pembimbing I / Penguji

  
(Dr. Eng. Khadavi, S.T., M.T.)

Pembimbing II / Penguji

  
(Zufrimar, S.T., M.T.)

Penguji I

  
(Rita Angraini, S.T., M.T.)

Penguji II

  
(Evince Oktarina, S.T., M.T.)

## 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  $\text{SiO}_2$  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  $f_c'40$  karakteristik adalah (TS)  $f_c'40,481$  MPa, untuk SF 7,5%  $f_c' 42,463$  MPa dan SF 10%  $f_c' 46,426$  MPa.

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

## ABSTRACT

*Silica fume (SF)* is a fine pozzolanic material, where the composition of silica is more than cement. Based on its physical properties, silica fume has a very fine particle size of 0.1-0.2 micrometres, capable of filling cavities and resulting in a reduced pore diameter. Silica fume has a high  $\text{SiO}_2$  content, if it reacts with water to produce C-S-H, it increases the compressive strength of concrete. The research was conducted by comparing concrete without substitution (TS), against SF 7.5% and 10% with the results of the compressive strength value  $f_c'40$  characteristics are (TS)  $f_c'40,481$  MPa, for SF 7.5%  $f_c' 42,463$  MPa and SF 10%  $f_c' 46,426$  MPa.

**Keywords:** Concrete, compressive strength, silica fume

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan yang Maha Esa atas segala berkat yang telah diberikan Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Tugas Akhir dengan judul **“Pengaruh *Silica Fume* Sebagai Bahan Substitusi Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi”** ini ditujukan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu Universitas Bung Hatta, Padang.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan, dan doa dari berbagai pihak, Tugas Akhir ini tidak akan dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini, yaitu kepada :

1. Bapak Dr. Al. Busyra Fuadi, S.T., M. Sc, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta.
2. Bapak Indra Khaidir, S.T., M. Sc, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Bung Hatta.
3. Bapak Khadavi S.T, M.T selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan motivasi, bimbingan, kritik dan saran dengan tujuan mengarahkan penulisan Tugas Akhir in.
4. Ibu Zufriamar S.T, M.T selaku pembimbing II yang telah memberikan motivasi, bimbingan, kritik dan saran sehingga Tugas Akhir ini dapat penulis selesaikan.
5. Seluruh dosen dan staff di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta.
6. Seluruh jajaran PT. Statika Mitra Sarana yang telah memberikan izin dan membantu selama proses pelaksanaan Tugas Akhir (TA).
7. Orang tua tercinta, saudara, terimakasih atas semua kasih sayang, pengorbanan, perhatian serta dorongan dan doa yang diberikan selama ini.
8. Teman-teman seperjuangan, mahasiswa Teknik Sipil Universitas Bung Hatta angkatan 2017.

9. Senior-senior, rekan-rekan, junior-junior Teknik Sipil terima kasih atas kebersamaannya.

10. Serta semua pihak yang telah membantu Penulis dalam proses kuliah sampai bisa menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, Penulis menyadari bahwa mungkin masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, kritik dan saran dari pembaca akan sangat bermanfaat bagi penulis. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Padang, 27 Agustus 2024



RIAN AGUSTIAN

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	IV
KATA PENGANTAR .....	V
DAFTAR ISI.....	VII
DAFTAR GAMBAR .....	IX
DAFTAR TABEL.....	X
BAB I PENDAHULUAN .....	12
1.1 Latar Belakang.....	12
1.2 Rumusan Masalah .....	13
1.3 Tujuan Penelitian.....	13
1.4 Batasan masalah .....	13
1.5 Manfaat Penelitian.....	14
1.6 Sistematika Penulisan.....	14
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	15
2.1 Beton.....	15
2.1.1 Sifat-Sifat Beton .....	15
1. Beton Segar .....	15
2. Beton Keras.....	19
2.2 Bahan Penyusun Campuran.....	21
2.2.1 Semen.....	21
2.2.2 Air .....	23
2.2.3 Agregat.....	24
2.3 <i>Silica fume</i> .....	29
2.4.1 Karakteristik <i>Silica fume</i> .....	29
2.4.2 Keuntungan Penggunaan <i>Silica fume</i> .....	31
2.4 Perawatan Beton.....	32
2.5 Pengujian Kuat Tekan .....	32
2.6 Hasil Penelitian Terdahulu .....	34
BAB III METODE PENELITIAN.....	37
3.1 Tahapan Penelitian .....	37
3.1.1 Lokasi Penelitian.....	38
3.1.2 Waktu Penelitian .....	38

3.2 Alat dan Bahan .....	38
3.3 Prosedur Pengujian Material .....	39
3.3.1 Semen Portland .....	39
3.3.2 Air .....	39
3.3.3 Agregat Halus .....	40
3.3.4 Agregat Kasar .....	50
3.4 Rencana Campuran <i>Mix design</i> .....	57
3.4.1 Proses Pengadukan Beton .....	58
3.4.2 Pengujian Nilai Slump Beton.....	59
3.4.3 Pembuatan Benda Uji .....	60
3.5 Perawatan Benda Uji .....	62
3.6 Pengujian Kuat Tekan Beton .....	63
BAB IV ANALISA DATA HASIL PENELITIAN.....	66
4.1 Pengujian Material dan Bahan.....	66
4.1.1 Agregat Halus .....	66
4.1.2 Agregat Kasar .....	72
4.2 Rekapitulasi Hasil Pengujian Material .....	78
4.3 Perencanaan Campuran Beton ( <i>Mix design</i> ) .....	79
4.4 Pengujian Nilai Slump.....	85
4.5 Pengujian Kuat Tekan Beton.....	87
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	94
5.1 Kesimpulan.....	94
5.2 Saran .....	95
DAFTAR PUSTAKA .....	96
LAMPIRAN.....	97
1. Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Halus dan Agregat Kasar Kadar Lumpur Agregat Halus dan Agregat Kasar .....	98
2. Pemeriksaan Kadar Organik Pada Agregat Halus.....	99
3. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus dan Agregat Kasar .....	99
4. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus dan Agregat Kasar .....	100
5. Prosedur Pembuatan Benda Uji Agregat Penyusun Beton .....	102
6. Pengujian Kuat Tekan Beton .....	103



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jenis-jenis Slump.....	17
Gambar 3.1 Tahapan penelitian .....	37
Gambar 3.2 Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus .....	42
Gambar 3.3 Pengujian Berat Jenis SSD.....	44
Gambar 3.4 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus Secara Lapangan.....	47
Gambar 3.5 Pengujian Kadar Organik Agregat Halus.....	50
Gambar 3.6 Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar .....	51
Gambar 3.7 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar.....	54
Gambar 3.8 Penentuan Bobot Isi Agregat Kasar .....	57
Gambar 3.9 Proses Penumbukkan Beton Pada Kerucut Abram .....	60
Gambar 3.10 Pengujian Nilai Slump .....	60
Gambar 3.11 Perendaman Sampel .....	63
Gambar 4.1 Grafik Gradasi Agregat Halus (Sedang) Zona 2 .....	67
Gambar 4.2 Grafik Batas Gradasi Split Ukuran 20 mm .....	72
Gambar 4.3 Grafik Pengujian Slump.....	86
Gambar 4.4 Grafik Kuat Tekan Beton tanpa substitusi .....	88
Gambar 4.5 Grafik Kuat Tekan Beton <i>Silica fume</i> variasi 7,5% .....	89
Gambar 4.6 Grafik Kuat Tekan Beton <i>silica fume</i> 10 % .....	91
Gambar 4.7 Grafik Rekap Kuat Tekan Beton.....	92

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Faktor Kemudahan Kerja Terhadap Jenis Konstruksi .....	16
Tabel 2.2 Nilai Slump untuk berbagai pekerjaan beton .....	17
Tabel 2.3 Beberapa Jenis Beton Menurut Kuat Tekannya.....	19
Tabel 2.4 Klasifikasi mutu beton dan penggunaannya .....	20
Tabel 2.5 Beberapa Jenis Beton Menurut Berat Jenisnya.....	21
Tabel 2.6 Komposisi Kimia Semen Portland.....	22
Tabel 2.7 Karakteristik <i>Silica fume</i> .....	30
Tabel 2.8 Perbandingan karakteristik kimia dan fisik semen portland dan <i>silica fume</i> .....	30
Tabel 3.1 Ukuran penampang dan jumlah benda uji Silinder .....	61
Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus .....	66
Tabel 4.2 Data Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus.....	67
Tabel 4.3 Data Kadar Air Agregat Halus.....	68
Tabel 4.4 Data Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus .....	69
Tabel 4.5 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus .....	69
Tabel 4.6 Data Pemeriksaan Bobot Isi Agregat Halus.....	70
Tabel 4.7 Hasil Pemeriksaan Bobot Isi Agregat Halus.....	71
Tabel 4.8 Hasil analisa saringan agregat kasar .....	72
Tabel 4.10 Data Pemeriksaan Kadar Lumpur .....	73
Tabel 4.11 Data Pemeriksaan Kadar Air.....	74
Tabel 4.12 Data Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar .....	74
Tabel 4.13 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar .....	75
Tabel 4.14 Data Pemeriksaan Bobot Isi Agregat Kasar.....	76
Tabel 4.15 Hasil Pemeriksaan Bobot Isi Agregat Kasar.....	77
Tabel 4.16 Rekapitulasi Hasil Pengujian Material.....	78
Tabel 4.17 Kekuatan tekan rata-rata perlu jika data tidak tersedia untuk menetapkan deviasi standar benda uji .....	79
Tabel 4.18 Banyak Air Pencampuran Untuk Campuran Beton .....	80
Tabel 4.19 Hubungan antara rasio air semen dan kekuatan beton.....	81
Tabel 4.20 Volume agregat kasar persatuan volume beton .....	82
Tabel 4.21 Perkiraan awal berat beton.....	83

Tabel 4.22 Komposisi Mix design Kebutuhan 1 m <sup>3</sup> Beton.....	85
Tabel 4.23 Komposisi Mix design untuk 1 Benda Uji Silinder .....	85
Tabel 4.24 Tabel Hasil Pemeriksaan Slump .....	86
Tabel 4.25 Hasil Kuat Tekan Beton tanpa substitusi .....	88
Tabel 4.26 Hasil Kuat Tekan Beton <i>Silica fume</i> 7,5%.....	89
Tabel 4.27 Hasil Kuat Tekan Beton <i>Silica fume</i> 10 %.....	90

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Beton adalah bahan bangunan yang terdiri dari campuran agregat kasar, agregat halus, semen dan air dan bahan tambahan lainnya (Sumajouw, et al., 2014). 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 ( $f_c'$ ) diatas atau sama dengan 40 Mpa mempunyai kepadatan tinggi, susut dan rangkai yang kecil, serta mencakup kekuatan dan ketahanan (keawetannya) (Miranty, 2014). Disini penulis melakukan penelitian dengan mutu rencana  $f_c'40$  Mpa, dimana ini termasuk dalam kategori beton mutu tinggi dengan menggunakan *silica fume* sebagai pengganti sebagian dari semen.

Alasan penulis menggunakan *silica fume* sebagai bahan pengganti dari sebagian semen yaitu 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 silica* 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 (Davendra & Trimurtiningrum, 2022). Maka dari itu, berdasarkan dari karakteristik fisik dan kimia yang dimiliki oleh *silica fume*, penulis menggunakannya sebagai pengganti dari sebagian semen yang akan digunakan dalam campuran beton.

Berdasarkan perumusan masalah tersebut, maka pada penelitian ini bertujuan merancang beton mutu tinggi dengan menggunakan bahan pengganti sebagian semen dengan *silica fume*, dan kuat tekan yang ditargetkan pada penelitian ini  $\geq 40$  Mpa. Master Life BASF (supplier) menganjurkan untuk penggunaan *silica fume* 0-10% dari berat semen. Berdasarkan takaran penggunaan yang dianjurkan,

peneliti mengambil kesimpulan untuk pemakaian *silica fume* dengan rentang pertengahan dan pemakaian maksimum dari dosis yang dianjurkan yaitu dengan variasi 7,5% dan 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.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh penggunaan *silica fume* sebagai bahan substitusi semen terhadap kuat tekan  $f_c'40$  karakteristik.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh *silica fume* sebagai bahan substitusi semen terhadap kuat tekan beton  $f_c'40$  karakteristik.

### **1.4 Batasan masalah**

Mengingat terlalu luas dan banyaknya permasalahan yang berhubungan dengan beton, maka dalam penelitian ini diberikan batasan masalah yang bertujuan untuk membatasi pembahasan agar tidak meluas dan batasannya menjadi jelas. Adapun yang menjadi batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium PT. STATIKA MITRA SARANA.
2. Kuat tekan beton yang di rencanakan pada penelitian ini adalah  $f_c'40$  dengan perencanaan campuran beton (*Mix design*) mengacu pada tata cara pembuatan rencana campuran beton tanpa substitusi (SNI 7656-2012).
3. Penggunaan *Silica fume* dalam campuran beton sebesar 7,5 % dan 10 % dari berat semen.
4. Semen yang dipakai merupakan semen portland dengan merek Semen Padang.
5. Air bersih yang digunakan berasal dari laboratorium PT. STATIKA MITRA SARANA.
6. Umur beton yang akan di uji 7, 14, dan 28 hari.
7. Penelitian menggunakan benda uji silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
8. Agregat yang digunakan dari laboratorium PT. Statika Mitra Sarana berasal dari Padang Panjang.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Dalam penulisan ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai mutu dan kualitas beton pada umumnya, lebih khusus tentang pengaruh penggunaan *silica fume* sebagai substitusi dari semen terhadap kuat tekan beton. Juga sebagai acuan perencanaan adukan beton dan tambahan ilmu bagi pengembangan penelitian dan penulisan selanjutnya.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Dalam penyusunan tugas akhir ini, terdapat beberapa bab untuk masing-masing pembahasan diantaranya:

### **BAB I Pendahuluan**

Membahas tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penelitian.

### **BAB II Tinjauan Pustaka**

Membahas hal-hal berupa teori yang berhubungan dengan judul tugas akhir dan metode-metode perhitungan yang digunakan.

### **BAB III Metode Penelitian**

Bagian ini menjelaskan tentang tempat dan waktu penelitian, sumber data, teknik pengumpulan data dan metode analisis data.

### **BAB IV Hasil dan Pembahasan**

Bagian ini menjelaskan tentang hasil penelitian pembahasan singkat mengenai hasil penelitian yang digunakan untuk memecahkan masalah dan menarik kesimpulan.

### **BAB V Kesimpulan dan Saran**

Dari pembahasan dan analisa data yang telah didapat, penulis dapat memberikan kesimpulan dan saran yang berkaitan dengan judul tugas akhir ini.