

**PENGARUH KADAR *SILICA FUME* DAN  
FAKTOR AIR SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN  
BETON MUTU TINGGI DENGAN *FILLER* KACA**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar sarjana**



**Rosdiana Victoria Lefteuw**

**19041000067**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERDEKA MALANG**

**2023**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Rosdiana Victoria Lefteuw

NIM : 19041000067

Tanda Tangan :



Tanggal : 3 April 2023

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH KADAR *SILICA FUME* DAN FAKTOR AIR SEMEN  
TERHADAP KUAT TEKAN BETON MUTU TINGGI  
DENGAN *FILLER KACA*

Dipersiapkan dan disusun oleh :

ROSDIANA VICTORIA LEFTEUW  
19041000067

Telah dipertahankan di Dewan Penguji  
Pada 22 Februari 2023

Susunan Dewan Penguji

Dosen Penguji 1

(Dr. Nisik Catur L.Y., ST., M.T.)  
NIDN. 0004097002

Dosen Penguji 2

(Ir. Rizki Prasetya, ST., M.T., IPM.)  
NIDN. 0701108802

Dosen Saksi

(Muhammad Mahesa Ramadhan SS.T., M.T.)  
NIP. 205/DHR

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu Persyaratan untuk memperoleh Gelar Sarjana Teknik.

Malang, 22 Februari 2023

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik

(Prof. Dr. Agus Suprpto, MSc., Ph.D., IPM)  
NIDN. 0707095801

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat, penyertaan dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Kadar *Silica Fume* dan Faktor Air Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi dengan *Filler Kaca*” tepat waktu. Tujuan penulisan Tugas Akhir ini untuk memenuhi syarat penyelesaian studi pada program Strata Satu di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang.

Dengan ketulusan hati penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang sudah berpartisipasi dan membantu penulis dalam proses penyusunan Tugas Akhir sehingga dapat diselesaikan tepat waktu. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan adik-adik yang selalu memberikan dukungan baik secara moril, materil, spiritual kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Bapak Ir. Rizki Prasetya, S.T., M.T, IPM., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang.
3. Bapak Zaid Dzulkarnain Zubizaretta, S.T., M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang.
4. Bapak Ir. Dionisius TAB, M.T., selaku dosen pembimbing I yang selalu membimbing, memberikan masukan, saran serta gagasan kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Ibu Dr. Ninik Catur Endah Yuliati, S.T.,M.T., selaku dosen pembimbing II yang bersedia membimbing, memberikan saran dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Semua keluarga, adik, kakak, opa, oma, om, tante, bapa tua, mama tua, teman, sahabat yang selalu memberikan dukungan selama penyusunan Tugas Akhir.

Penulisan dan penyusunan Tugas Akhir ini disadari memiliki banyak kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, penulis menerima kritik dan masukan yang membangun agar penulisan Tugas Akhir ini dapat menjadi lebih baik.

Malang, 26 Maret 2023

Penulis

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rosdiana Victoria Lefteuw  
NIM : 19041000067  
Jenis Tugas Akhir : Struktur

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**PENGARUH KADAR *SILICA FUME* DAN FAKTOR AIR SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON MUTU TINGGI DENGAN *FILLER KACA***

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Malang  
Pada Tanggal : 3 April 2023

menyatakan  
  
04E0FA0082464782

(Rosdiana Victoria Lefteuw)

**PENGARUH KADAR *SILICA FUME* DAN FAKTOR AIR SEMEN  
TERHADAP KUAT TEKAN BETON MUTU TINGGI  
DENGAN *FILLER* KACA**

Rosdiana Victoria Lefteuw

---

**ABSTRAK**

Permintaan di bidang konstruksi semakin meningkat salah satunya beton. Masalah yang sering terjadi pada beton yaitu adanya porositas. Untuk mengurangi porositas maka dapat digunakan bahan tambah yaitu *filler* kaca dan *silica fume*.

Tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui pengaruh kadar *silica fume* dan faktor air semen terhadap kuat tekan beton mutu tinggi dengan penambahan *filler* kaca. Variasi faktor air semen yang digunakan yaitu 0,26, 0,4 dan 0,5. Variasi kadar *silica fume* yaitu 1%, 1,4%, 1,9% dan 2,3% dari berat semen. Penggunaan *filler* kaca konstan 15% dari berat semen.

Hasil penelitian nilai kuat tekan rata-rata beton tertinggi pada FAS 0,5 yaitu sebesar 32,88 Mpa dengan kadar *silica fume* 1,9%. Nilai kuat tekan rata-rata beton tertinggi dari FAS 0,4 yaitu 44,92 Mpa dengan kadar *silica fume* 1,9%. Nilai kuat tekan rata-rata beton tertinggi pada FAS 0,26 yaitu sebesar 51,56 Mpa kadar *silica fume* 1,4%. Dari hasil penelitian, didapat nilai kuat tekan rata-rata beton tertinggi yaitu pada FAS 0,26 sebesar 51,56 Mpa.

**Kata kunci** : Kuat tekan, beton mutu tinggi, faktor air semen, *silica fume*, *filler* kaca

**ABSTRACT**

*Demand in the construction sector is increasing, one of which is concrete. The problem that often occurs in concrete is porosity. To reduce porosity, additional materials can be used, namely glass filler and silica fume.*

*The research objective was to determine the effect of silica fume content and cement water factor on the compressive strength of high quality concrete with the addition of glass filler. Variation of cement water factor used is 0.26, 0.4 and 0.5. Variations in silica fume content are 1%, 1.4%, 1.9% and 2.3% by weight of cement. The use of constant 15% glass filler by weight of cement.*

*The results of the study showed that the highest average compressive strength of concrete was FAS 0.5, which was 32.88 MPa with a silica fume content of 1.9%. The highest average compressive strength value of concrete is FAS 0.4, which is 44.92 MPa with a silica fume content of 1.9%. The highest average compressive strength value of concrete is FAS 0.26, which is 51.56 MPa with a silica fume content of 1.4%. From the research results, the highest average compressive strength value of concrete was obtained at FAS 0.26 of 51.56 Mpa.*

**Keywords** : Compressive strength, high quality concrete, water-cement factor, *silica fume*, *filler* glass

**DAFTAR ISI**

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Pembatasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Penelitian Terdahulu .....	5
2.2 Teknologi Beton Mutu Tinggi .....	7
2.2.1 Pengertian Beton Mutu Tinggi.....	7
2.2.2 Kelebihan dan Kekurangan Beton Mutu Tinggi.....	8
2.2.3 Bahan Penyusun Beton Mutu Tinggi .....	8
2.3 Teknologi beton Ber <i>filler</i> .....	12
2.4 Perencanaan Campuran Beton .....	12
2.5 <i>Slump Test</i> .....	13
2.6 Kuat Tekan Beton .....	13
2.7 Mekanisme Keruntuhan Beton .....	14
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>16</b>
3. 1 Program Terdahulu .....	16

3.2 Bahan dan Peralatan.....	17
3.2.1 Bahan .....	17
3.2.2 Peralatan.....	19
3.3 Benda Uji .....	23
3.3.1 Perencanaan Campuran Benda Uji Silinder Beton Mutu Tinggi .....	23
3.3.2 Detail Benda Uji .....	23
3.4 Pembuatan Benda Uji .....	25
3.4.1 Tahap Persiapan .....	25
3.4.2 Tahap Pengujian Bahan Dasar Beton Mutu Tinggi .....	26
3.4.3 Rencana Campuran Beton Mutu Tinggi <i>Filler</i> .....	26
3.4.4 Pengujian Slump .....	26
3.4.5 Tahap Pembuatan Benda Uji Beton Mutu Tinggi.....	27
3.4.6 Pengujian Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi.....	28
3.5 Analisis Data .....	28
3.6 Diagram Alir .....	29
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>30</b>
4.1. Deskripsi Umum .....	30
4.2. Pengujian Bahan Penyusun Campuran Beton Mutu Tinggi .....	30
4.2.1 Pengujian Agregat Halus.....	30
4.2.2 Pengujian Agregat Kasar.....	31
4.3 Perhitungan Kebutuhan Bahan Beton Mutu Tinggi.....	31
4.3.1 Perhitungan Kebutuhan Campuran Beton Mutu Tinggi per 1 m <sup>3</sup> .....	32
4.3.2 Perhitungan Kebutuhan Campuran Beton Mutu Tinggi untuk 1 Benda Uji Silinder.....	32
4.4 Pembuatan Benda Uji .....	38
4.4.1 Proses Pembuatan Benda Uji .....	38
4.4.2 Pengujian Slump Campuran Beton Mutu Tinggi Silnder .....	40
4.5 Pengujian Kuat Tekan Beton .....	42
4.5.1 Mekanisme Keruntuhan .....	41
4.5.2 Pengujian Kuat Tekan Beton Populasi 1 (Normal).....	44



4.5.3	Pengujian Kuat Tekan Beton Bersilica Fume (Populasi 2, Populasi 3 dan Populasi 4) .....	46
4.5.4	Hubungan Kuat Tekan Rata-rata Beton Mutu Tinggi antar Satu Populasi dengan Populasi Lainnya.....	50
4.6	Perbandingan Penelitian Beton Mutu Tinggi Berfiller Kaca memakai Silica Fume dengan Penelitian Lain.....	60
4.6.1	Perbandingan Penelitian Beton Mutu Tinggi Berfiller Kaca Variasi Silica Fume dengan Variasi Kadar Filler Kaca.....	60
4.6.2	Perbandingan Beton Mutu Tinggi menggunakan Silica Fume dengan Filler Kaca dan Filler Lainnya .....	62
4.6.3	Perbandingan Beton Mutu Tinggi Berfiller Kaca dengan Silica Fume dengan Penelitian Terdahulu.....	64
4.7	Pembahasan Hasil Penelitian .....	66
	<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>69</b>
5.1	Kesimpulan .....	69
5.2	Saran .....	69
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>71</b>
	<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>73</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 4. 1 Penimbangan Kebutuhan Bahan .....	38
Gambar 4. 2 Proses Memasukan Bahan ke dalam Molen .....	39
Gambar 4. 3 Campuran beton untuk benda uji .....	39
Gambar 4. 4 Proses pemasukkan dan pemadatan campuran .....	39
Gambar 4. 5 Beton yang dibiarkan mengeras .....	39
Gambar 4. 6 Perendaman Benda Uji Silinder .....	40
Gambar 4. 7 Proses <i>capping</i> pada Benda Uji.....	40
Gambar 4. 8 Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder.....	40
Gambar 4. 9 Kerucut abrams .....	41
Gambar 4. 10 Memasukan Campuran Beton dan dipadatkan serta diratakan .....	41
Gambar 4. 11 Kerucut Abrams diangkat secara Vertikal .....	41
Gambar 4. 12 Pengukuran slump .....	41
Gambar 4. 13 Menimbang Benda Uji .....	42
Gambar 4. 14 Meletakkan Benda Uji pada Alat Uji Kuat Tekan .....	42
Gambar 4. 15 Benda Uji ditekan hingga Hancur .....	42
Gambar 4. 16 Pola Keruntuhan Kerucut pada Benda Uji Populasi 3 .....	43
Gambar 4. 17 Pola Keruntuhan Kerucut dan Belah pada Populasi 4.....	43
Gambar 4. 18 Pola Keruntuhan Kerucut dan Geser pada Populasi 4 .....	44
Gambar 4. 19 Keruntuhan Geser pada Populasi 3 .....	44
Gambar 4. 20 Pola Keruntuhan Collumnar pada Populasi 2 .....	44
Gambar 4. 21 Histogram Hasil Kuat Tekan Rata-Rata Beton pada Populasi 1....	46
Gambar 4. 22 Histogram Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Beton.....	48
Gambar 4. 23 Histogram Kuat Tekan Rata-Rata Beton.....	49
Gambar 4. 24 Histogram Kuat Tekan Rata-Rata Beton.....	50
Gambar 4. 25 Histogram Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Beton pada Populasi 2,3 dan 4 .....	51
Gambar 4. 26 Histogram Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Beton antara Populasi 1 (Normal) dan Populasi 2 .....	54
Gambar 4. 27 Grafik Persentase Kuat Tekan Rata-rata Beton.....	55

Gambar 4. 28 Histogram hubungan nilai kuat tekan rata-rata beton antara populasi 1 (normal) dan populasi 3 .....	56
Gambar 4. 29 Grafik Persentase Peningkatan dan Penurunan Kuat Tekan Rata-Rata Beton Populasi 3 terhadap Populasi 1 (FAS 0,4).....	57
Gambar 4. 30 Histogram Nilai Kuat Tekan Rata-rata Beton antara Populasi 4 dan Populasi 1 (Normal) .....	58
Gambar 4. 31 Grafik Persentase Peningkatan dan Penurunan Kuat Tekan Rata-Rata Beton Populasi 4 terhadap Populasi 1 (FAS 0,26).....	59
Gambar 4. 32 Perbandingan Nilai Terbaik Kuat Tekan Rata-Rata Beton Mutu Tinggi antara Variasi Kadar <i>Silica Fume</i> dan Variasi Kadar <i>Filler</i> Kaca .....	61
Gambar 4. 33 Grafik Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Beton pada Variasi <i>Silica Fume</i> dengan <i>Filler</i> yang Berbeda.....	63
Gambar 4. 34 Grafik Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata-rata dengan Penelitian Terdahulu .....	65

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Bahan Utama Semen <i>Portland</i> .....	9
Tabel 2. 2 Kandungan Kimia Serbuk Kaca.....	10
Tabel 2. 3 Kandungan Kimia <i>Silica Fume</i> .....	11
Tabel 3. 1 Contoh Rencana Campuran Beton Mutu Tinggi per m <sup>3</sup>	23
Tabel 3. 2 Detail Benda Uji Beton Mutu Tinggi.....	24
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Agregat Halus (Pasir)	31
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Agregat Kasar (Batu Pecah) .....	31
Tabel 4. 3 Komposisi Campuran Beton Mutu Tinggi per 1 m <sup>3</sup> .....	32
Tabel 4. 4 Kebutuhan Campuran Beton Mutu Tinggi 1 silinder pada Populasi 1 dengan FAS 0,26.....	33
Tabel 4. 5 Kebutuhan Campuran Beton Mutu Tinggi 1 silinder pada Populasi 1 dengan FAS 0,4.....	33
Tabel 4. 6 Kebutuhan Campuran Beton Mutu Tinggi 1 silinder Populasi 1.....	33
Tabel 4. 7 Kebutuhan Campuran Beton untuk 1 Silinder .....	33
Tabel 4. 8 Kebutuhan Campuran Beton untuk 1 Silinder .....	34
Tabel 4. 9 Kebutuhan Campuran Beton untuk 1 Silinder .....	34
Tabel 4. 10 Kebutuhan Campuran Beton untuk 1 Silinder .....	34
Tabel 4. 11 Kebutuhan Campuran Beton untuk 1 Silinder .....	35
Tabel 4. 12 Kebutuhan Campuran Beton untuk 1 Silinder .....	35
Tabel 4. 13 Kebutuhan Campuraan Beton untuk 1 Silinder .....	36
Tabel 4. 14 Kebutuhan Campuran Beton untuk 1 Silinder .....	36
Tabel 4. 15 Kebutuhan Campuran Beton untuk 1 Silinder .....	37
Tabel 4. 16 Kebutuhan Campuran Beton untuk 1 Silinder .....	37
Tabel 4. 17 Kebutuhan Campuran Beton untuk 1 Silinder F.....	37
Tabel 4. 18 Kebutuhan Campuran Beton untuk 1 Silinder .....	38
Tabel 4. 19 Hasil Kuat Tekan Rata-rata Beton pada.....	45
Tabel 4. 20 Hasil Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi (Populasi 2) FAS 0,5.....	47
Tabel 4. 21 Hasil Kuat Tekan Rata-Rata Beton (Populasi 3) FAS 0,4 .....	48
Tabel 4. 22 Hasil Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi (Populasi 4) FAS 0,26 % .....	49
Tabel 4. 23 Nilai Kuat Tekan Rata-rata antar Populasi .....	51

Tabel 4. 24 Hubungan Nilai Kuat Tekan Rata-rata Beton .....	53
Tabel 4. 25 Hubungan Nilai Kuat Tekan Rata-rata Beton .....	56
Tabel 4. 26 Hubungan Nilai Kuat Tekan Rata-rata Beton .....	58
Tabel 4. 27 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi antar Variasi Kadar <i>Silica Fume</i> dan Variasi Kadar <i>Filler Kaca</i> .....	61
Tabel 4. 28 Perbandingan Hasil Penelitian Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi menggunakan Variasi Kadar <i>Silica Fume</i> dengan <i>Filler Kaca</i> , Batu apung dan Kuarsa .....	62
Tabel 4. 29 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Tertinggi dengan Penelitian Terdahulu .....	64

**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Pengujian Agregat Halus .....	73
Lampiran 2. Pengujian Agregat Kasar .....	73
Lampiran 3. Analisa Saringan Pasir dan Batu Pecah .....	74
Lampiran 4. Kurva .....	75
Lampiran 5. Perencanaan Campuran Beton ( <i>Mix Design</i> ) .....	76