

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

**TUGAS AKHIR**



**MARIA ELWINDA BHUBHU**

**19041000036**

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

**2023**

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

**TUGAS AKHIR**

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



**MARIA ELWINDA BHUBHU**

**19041000036**

**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 yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

**Nama** : Maria Elwinda Bhubhu

**NIM** : 19041000036

**Tanda Tangan** :



**Tanggal** : 29 Maret 2023

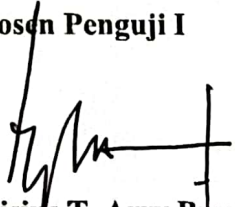
**HALAMAN PENGESAHAN**  
**PENGARUH KADAR *FILLER* KACA DAN FAKTOR AIR SEMEN**  
**TERHADAP KUAT TEKAN BETON MUTU TINGGI**  
**DENGAN *SILICA FUME***

Dipersiapkan dan disusun oleh :  
**MARIA ELWINDA BHUBHU**  
**19041000036**

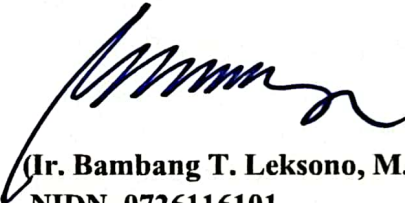
**Telah dipertahankan di Dewan Penguji**  
**Pada 22 Februari 2023**

**Susunan Dewan Penguji**


**Dosen Penguji I**

  
**(Ir. Dionisius T. Arry Bramantoro, M.T.)**  
**NIDN. 0711086501**

**Dosen Penguji II**

  
**(Ir. Bambang T. Leksono, M.T.)**  
**NIDN. 0726116101**

**Dosen Saksi**

  
**(Bunga Rahmasari Suhartono, S.T., M.T.)**  
**NIDN. 0703029303**

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

Malang, 29 Maret 2023

**Mengetahui,**

**Dekan Fakultas Teknik**



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

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala rahmat dan bimbingan-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Kadar *Filler* Kaca dan Faktor Air Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi dengan *Silica Fume*” tepat waktu. Tugas Akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sastra 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 proposal tugas akhir sehingga dapat diselesaikan tepat waktu. Karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua bapak Fransiskus X. Meo dan Ibu Dafrosa Legu yang sudah memberikan dukungan melalui doa, materi, serta motivasi selama perkuliahan.
2. Bapak Ir. Rizki Prasetya, ST., MT, IPM. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang.
3. Bapak Zaid Dzulkarnain Zubizaretta, ST.,MT. selaku Sekertaris Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang.
4. Bapak Ir. Dionisius TAB, MT selaku dosen pembimbing I yang selalu semangat membimbing dan memberikan gagasan mengenai materi penelitian serta mengarahkan penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir
5. Ibu Eko Indah Susanti, ST.,MT selaku dosen pembimbing II yang bersedia membimbing dan mengarahkan penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini
6. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Merdeka Malang, yang sudah memberikan ilmu pengetahuan selama perkuliahan.
7. Staf dan Karyawan Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang, yang sudah melayani dan membantu penulis selama perkuliahan.
8. Keluarga besar kakak, adik, om, tante yang sudah membantu memberikan semangat dan motivasi selama kuliah.
9. Sahabat dan teman-teman yang selalu bersama saling membantu saling menguatkan dan selalu menghibur selama masa kuliah.

Demikian tugas akhir ini dibuat, dengan ini penulis berharap semoga bermanfaat khususnya bagi penulis dan pembaca. Oleh sebab itu, penulis berharap adanya saran dan kritik yang sifatnya membangun untuk menyempurnakan penulisan tugas akhir ini.

Malang, 29 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 : Maria Elwinda Bhubhu

NIM : 19041000036

Jenis Tugas Akhir : Penelitian

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

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

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Proram Studi Teknik Sipil 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 : 29 Maret 2023

Yang Menyatakan



(Maria Elwinda Bhubhu)

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

Maria Elwinda Bhubhu

---

**ABSTRAK**

Beton mutu tinggi sangat mendukung pembangunan infrastruktur. Tetapi, porositas menjadi salah satu faktor menyebabkan kuat tekan beton menjadi turun. Penggunaan *filler* kaca dan *silica fume* untuk mengatasi masalah porositas pada beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan kadar *filler* kaca dan faktor air semen terhadap kuat tekan beton mutu tinggi.

Pada penelitian ini variasi kadar *filler* kaca yang digunakan yaitu 5%, 10%, 15%, 20% dari berat semen dan kadar *silica fume* konstan 1,9% dari berat semen. Variasi faktor air semen yaitu 0,26, 0,40, 0,50. Benda uji berbentuk silinder sebanyak 45 benda uji. Pengujian kuat tekan dilakukan pada beton beton berumur 28 hari. Perencanaan campuran beton mutu tinggi sesuai SNI 03-6468-2000 tentang Perencanaan Campuran Tinggi dengan Semen Portland dengan Abu Terbang.

Hasil uji kuat tekan rata-rata beton tertinggi sebesar 52,83 Mpa pada kadar *filler* kaca 5% dan kadar *silica fume* 1,9% dengan faktor air semen 0,26. Sedangkan kuat tekan rata-rata tertinggi beton yang tidak menggunakan bahan tambah sebesar 50,40 Mpa pada faktor air semen 0,26. Penambahan *filler* kaca dengan *silica fume* pada pembuatan beton mutu tinggi efektif untuk meningkatkan kuat tekan beton.

**Kata kunci :** Beton Mutu Tinggi, Kuat Tekan, *Filler* Kaca, *Silica Fume*, Faktor Air Semen

**ABSTRACT**

*High-quality concrete supports infrastructure development. However, porosity is one of the factors causing the compressive strength of concrete to decrease. Use filler glass and silica fume to overcome the porosity problem in concrete. This study aims to determine the effect of adding levels of filler glass and cement water factor on the compressive strength of high-strength concrete.*

*In this study, the various levels of filler The glass used are 5%, 10%, 15%, and 20% by weight of cement and grade silica fume constant 1.9% by weight of cement. Variations in the cement water factor are 0.26, 0.40, and 0.50. Cylindrical test objects as many as 45 test objects. The compressive strength test conducted on concrete, aged 28 days. Planning of mix high-quality concrete by SNI 03-6468-2000 concerning Planning of High Mixture with Portland Cement with Fly Ash.*

*The highest average concrete compressive strength test results were 52.83 MPa at the content filler 5% glass and rates silica fume 1.9% with a water-cement factor of 0.26. Meanwhile, the highest average compressive strength of concrete without added materials was 50.40 MPa at a water-cement factor of 0.26. Addition filler glass with silica fume in the manufacture of high-quality concrete is good for increasing the compressive strength of concrete.*

**Keywords:** *High-Quality Concrete, Compressive Strength, Filler Glass, Silica Fume, Cement Water Factor*

**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>UNGKAPAN TERIMA KASIH .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	5
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Penelitian Terdahulu .....	6
2.2 Teknologi Beton Mutu Tinggi .....	8
2.2.1 Pengertian Beton Mutu Tinggi.....	8
2.2.2 Kelebihan dan Kekurangan Beton Mutu Tinggi .....	8
2.2.3 Bahan Penyusun Beton Mutu Tinggi .....	9
2.2.4 Faktor Air Semen .....	13
2.3 Teknologi Beton Ber-filler.....	14
2.4 Perencanaan Campuran Beton .....	15
2.5 Kuat Tekan Beton .....	15
2.6 Mekanisme Keruntuhan Beton.....	16
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>18</b>
3.1 Program Penelitian.....	18
3.2 Material dan Peralatan .....	19
3.2.1 Material .....	19
3.2.2 Peralatan .....	22



3.3 Benda Uji .....	26
3.3.1 Pemeriksaan Syarat Bahan Campuran Benda Uji Beton Mutu Tinggi	26
3.3.2 Perencanaan Campuran Benda Uji Silinder Beton Mutu Tinggi .....	26
3.3.3 Pengujian <i>Slum</i> Benda Uji Beton Mutu Tinggi.....	28
3.3.4 Detail Benda Uji Beton Mutu Tinggi .....	28
3.4 Pembuatan Benda Uji Beton Mutu Tinggi.....	30
3.4.1 Tahap Persiapan.....	30
3.4.2 Rencana Campuran Beton Mutu Tinggi .....	30
3.4.3 Tahap Pembuatan Benda Uji Silinder Beton Mutu Tinggi.....	31
3.4.4 Tahap Pengujian Kuat Tekan Beton .....	32
3.4.5 Analisis Data.....	33
3.5 Diagram Alir .....	34
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>35</b>
4.1 Deskripsi Umum .....	35
4.2 Pengujian Bahan Dasar Penyusun Campuran Beton Mutu Tinggi.....	35
4.2.1 Pengujian Agregat Halus .....	36
4.2.2 Pengujian Agregat Kasar .....	36
4.3 Perhitungan Kebutuhan Bahan .....	37
4.3.1 Perhitungan Kebutuhan Campuran Beton Mutu Tinggi per 1 m <sup>3</sup> .....	37
4.3.2 Perhitungan Kebutuhan Campuran Beton Mutu Tinggi untuk 1 Silinder .....	37
4.4 Pembuatan Benda Uji Beton Mutu Tinggi dan <i>Slum Test</i> .....	44
4.4.1 Proses Pembuatan Benda Uji Silinder .....	44
4.4.2 Pengujian <i>Slum Test</i> .....	47
4.5 Pengujian Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi .....	49
4.5.1 Mekanisme Keruntuhan .....	50
4.5.2 Pengujian Kuat Tekan Beton Populasi 1(Normal) .....	52
4.5.3 Pengujian Kuat Tekan Beton <i>Filler</i> .....	53
4.5.4 Hubungan Kuat Tekan Rata-Rata Beton Mutu Tinggi antar Populasi .....	57
4.6 Perbandingan Hasil Penelitian Beton Mutu Tinggi Ber-filler dengan Penelitian Lain .....	68

4.6.1 Perbandingan Penelitian Beton Mutu Tinggi Bersilica <i>Fume</i> Variasi Kadar <i>Filler</i> Kaca dengan Beton Mutu Tinggi Ber-filler Kaca Variasi Kadar <i>Silica Fume</i> .....	68
4.6.2 Perbandingan Penelitian Beton Mutu Tinggi Ber-filler Kaca dengan Penelitian Beton Mutu Tinggi Ber-filler Lain .....	69
4.6.3 Perbandidngan Penelitian Beton Mutu Tinggi Ber-filler Kaca dan <i>Silica Fume</i> dengan Penelitian Terdahulu .....	71
4.7 Pembahasan Hasil Penelitian .....	72
4.7. 1 Pembahasan Hasil Penelitian Variasi Filler Kaca.....	72
4.7. 2 Pembahasan Hasil Penelitian Variasi Faktor Air Semen .....	73
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	<b>75</b>
5.1 Kesimpulan .....	75
5.2 Saran.....	76
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>77</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>79</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi Kuat Tekan Beton Silinder .....	16
Gambar 2.2 Pola keruntuhan .....	17
Gambar 3.1 Agregat Kasar .....	19
Gambar 3.2 Agregat Halus .....	20
Gambar 3.3 Semen Gresik .....	20
Gambar 3.4 <i>Filler</i> Kaca .....	21
Gambar 3.5 Silica Fume .....	21
Gambar 3.6 <i>Superplasticizer</i> .....	22
Gambar 3.7 Air .....	22
Gambar 3.8 <i>Compression Test Machine</i> .....	23
Gambar 3.9 Timbangan Digital .....	23
Gambar 3.10 Timbangan Triple Beam .....	23
Gambar 3.11 Saringan .....	24
Gambar 3.12 Wadah Aluminium .....	24
Gambar 3.13 Cetok .....	24
Gambar 3.14 Besi Penumbuk .....	25
Gambar 3.15 Cetakan Silinder .....	25
Gambar 3.16 Molen .....	25
Gambar 3.17 Diagram Alir .....	34
Gambar 4.1 Menimbang Semua Bahan .....	44
Gambar 4.2 Menyiapkan Peralatan .....	44
Gambar 4.3 Memasukkan Semua Bahan .....	45
Gambar 4.4 Campuran Beton untuk Benda Uji .....	45
Gambar 4.5 Memasukkan dan Memadatkan Campuran Beton Masing-Masing 1/3 Bagian Silinder .....	46
Gambar 4.6 Beton yang Sudah di Cor dan Didiamkan .....	46
Gambar 4.7 Pelepasan Cetakan Beton dan Perendaman Beton .....	46
Gambar 4.8 Pengepungan Beton .....	46
Gambar 4.9 Benda Uji Didiamkan Sampai Umur 28 Hari .....	47
Gambar 4.10 Pengujian Uji Kuat Tekan Beton .....	47
Gambar 4.11 Campuran Beton Segar .....	47

Gambar 4.12 Meletakkan Kerucut Abrams Di Alas yang Rata .....	48
Gambar 4.13 Memasukkan Campuran Beton Segar dan Dipadatkan.....	48
Gambar 4.14 Mengangkat Kerucut Abrams .....	48
Gambar 4.15 Mengukur Slump untuk FAS 0,26; FAS 0,4; FAS 0,5 .....	49
Gambar 4.16 Menimbang Benda Uji .....	49
Gambar 4.17 Pengujian Kuat Tekan Beton.....	49
Gambar 4.18 Benda Uji Mengalami Keruntuhan .....	50
Gambar 4.19 Pola Keruntuhan Kerucut dan Geser.....	50
Gambar 4.20 Pola Keruntuhan Sejajar Sumbu Tegak .....	51
Gambar 4.21 Pola Keruntuhan Kerucut.....	51
Gambar 4.22 Pola Keruntuhan Geser.....	51
Gambar 4.23 Pola Keruntuhan Kerucut dan Belah (Cone and Spilt) .....	51
Gambar 4. 24 Histogram Kuat Tekan Rata-Rata Beton .....	53
Gambar 4.25 Histogram Kuat Tekan Rata-Rata Beton Populasi 2 .....	54
Gambar 4.26 Histogram Kuat Tekan Rata -Rata Beton Populasi 3.....	55
Gambar 4.27 Histogram Kuat Tekan Rata-Rata Beton Mutu Tinggi Populasi 4	57
Gambar 4.28 Histogram Kuat Tekan Rata-Rata Beton antar Populasi dengan Kadar <i>Filler Kaca 5%</i> .....	58
Gambar 4.29 Kuat Tekan Rata-Rata Beton Beton antar Populasi dengan Kadar <i>Filler Kaca 10%</i> .....	59
Gambar 4.30 Kuat Tekan Rata-Rata Beton Beton.....	60
Gambar 4.31 Kuat Tekan Rata-Rata Beton antar Populasi dengan Kadar <i>Filler Kaca</i> <i>15%</i> .....	61
Gambar 4.32 Histogram Perbandingan Kuat Tekan Rata-Rata Beton antar Populasi 1 (Normal) dan Populasi 2.....	62
Gambar 4.33 Grafik Persentase Peningkatan dan Penurunan Kuat Tekan Beton pada Populasi 2 .....	63
Gambar 4.34 Histogram Perbandingan Kuat Tekan Rata-Rata Beton antar Populasi 1 (Normal) dan Populasi 3 .....	64
Gambar 4.35 Grafik Persentase Peningkatan dan Penurunan .....	65
Gambar 4.36 Histogram Perbandingan Kuat Tekan Rata-Rata Beton Mutu Tinggi antar Populasi 1(Normal) dan Populasi 4 .....	66

Gambar 4.37 Grafik Persentase Peningkatan dan Penurunan .....	67
Gambar 4.38 Histogram Perbandingan Penelitian Beton Mutu Tinggi Variasi Kadar <i>Filler Kaca</i> dan Variasi Kadar <i>Silica Fume</i> .....	68
Gambar 4.39 Histogram Penelitian Kuat Tekan Rata-Rata Tertinggi antar <i>Filler</i> <i>Kaca</i> , <i>Filler Batu Apung</i> dan <i>Filler Pasir Kuarsa</i> .....	70
Gambar 4.40 Grafik Perbandingan Penelitian Beton Mutu Tinggi Ber-filler Kaca dan <i>Silica Fume</i> dengan Penelitian Terdahulu .....	72

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Persyaratan batas-batas susunan besar butir agregat kasar (kerikil atau koral).....	10
Tabel 2.2 Gradasi Saringan Agregat Halus.....	10
Tabel 2.3 Komposisi Semen Portland.....	11
Tabel 2.4 Kandungan Serbuk Kaca.....	12
Tabel 3.1 Contoh Rencana Campuran Beton Mutu Tinggi Per m <sup>3</sup> .....	27
Tabel 3.2 Detail Benda Uji Beton Mutu Tinggi.....	29
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Agregat Halus .....	36
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar .....	36
Tabel 4.3 Komposisi Bahan Campuran Beton Mutu Tinggi per 1 m <sup>3</sup> .....	37
Tabel 4.4 Kebutuhan Campuran Beton Mutu Tinggi 1 Silinder untuk FAS 0,26	38
Tabel 4.5 Kebutuhan Campuran Beton Mutu Tinggi 1 Silinder untuk FAS 0,4 ..	38
Tabel 4.6 Kebutuhan Campuran Beton Mutu Tinggi 1 Silinder untuk FAS 0,5 ..	38
Tabel 4.7 Kebutuhan Campuran Beton Mutu Tinggi 1 Silinder FAS 0,5, Filler Kaca 5%, dan Silica Fume 1,9%.....	39
Tabel 4.8 Kebutuhan Campuran Beton Mutu Tinggi 1 Silinder FAS 0,5, Filler Kaca 10% dan Silica Fume 1,9%.....	39
Tabel 4.9 Kebutuhan Campuran Beton Mutu Tinggi 1 Silinder FAS 0,5, Filler Kaca 15% dan Silica Fume 1,9%.....	40
Tabel 4.10 Kebutuhan Campuran Beton Mutu Tinggi 1 Silinder FAS 0,5, Filler Kaca 20% dan Silica Fume 1,9%.....	40
Tabel 4.11 Kebutuhan Campuran Beton Mutu Tinggi 1 Silinder FAS 0,4, Filler Kaca 5%, Silica Fume 1,9% dan Sp 0,25% .....	41
Tabel 4.12 Kebutuhan Campuran Beton Mutu Tinggi 1 Silinder FAS 0,4, Filler Kaca 10%, Silica Fume 1,9% dan Sp 0,25% .....	41
Tabel 4.13 Kebutuhan Campuran Beton Mutu Tinggi 1 Silinder FAS 0,4, Filler Kaca 15%, Silica Fume 1,9% dan Sp 0,25% .....	41
Tabel 4.14 Kebutuhan Campuran Beton Mutu Tinggi 1 Silinder FAS 0,4, Filler Kaca 20%, Silica Fume 1,9%, dan Sp 0,25% .....	42
Tabel 4.15 Kebutuhan Campuran Beton Mutu Tinggi 1 Silinder FAS 0,26, Filler Kaca 5%, Silica Fume 1,9% dan Sp 1% .....	42



Tabel 4.16 Kebutuhan Campuran Beton Mutu Tinggi 1 Silinder FAS 0,26, <i>Filler</i> Kaca 10%, <i>Silica Fume</i> 1,9%, dan <i>Sp</i> 1%.....	43
Tabel 4.17 Kebutuhan Campuran Beton Mutu Tinggi 1 Silinder FAS 0,26, <i>Filler</i> Kaca 15%, <i>Silica Fume</i> 1,9%, dan <i>Sp</i> 1%.....	43
Tabel 4.18 Kebutuhan Campuran Beton Mutu Tinggi 1 Silinder .....	43
Tabel 4.19 Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Beton Populasi 1 (Normal).....	52
Tabel 4.20 Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Beton Populasi 2 (FAS 0,5) .....	54
Tabel 4.21 Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Beton Populasi 3 (FAS 0,4) .....	55
Tabel 4.22 Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Beton Mutu Tinggi.....	56
Tabel 4.23 Kuat Tekan Rata-Rata Beton antar Populasi dengan Persentase Kadar <i>Filler</i> Kaca 5% .....	58
Tabel 4. 24 Kuat Tekan Rata-Rata Beton antar Populasi dengan Persentase Kadar <i>Filler</i> Kaca 10% .....	58
Tabel 4.25 Kuat Tekan Rata-Rata Beton antar Populasi dengan Persentase Kadar <i>Filler</i> Kaca 15% .....	59
Tabel 4.26 Kuat Kuat Tekan Rata-Rata Beton antar Populasi dengan Persentase Kadar <i>Filler</i> Kaca 20% .....	60
Tabel 4.27 Hubungan Kuat Tekan Rata-Rata Beton.....	62
Tabel 4.28 Hubungan Kuat Tekan Rata-Rata Beton Populasi 1 (Normal) dan Populasi 3 .....	64
Tabel 4.29 Hubungan Kuat Tekan Rata-Rata Beton Mutu Tinggi Populasi 1 (Normal) dan Populasi 4 .....	66
Tabel 4.30 Perbandingan Penelitian Beton Mutu Tinggi Variasi Kadar <i>Filler</i> Kaca dengan Variasi Kadar <i>Silica Fume</i> .....	68
Tabel 4.31 Perbandingan Kuat Tekan Rata-Rata Beton Menggunakan <i>Filler</i> Kaca, Batu Apung, dan Pasir Kuarsa .....	70
Tabel 4.32 Perbandingan Penelitian Beton Mutu Tinggi Ber-filler Kaca dan <i>Silica</i> <i>Fume</i> dengan Penelitian Terdahulu.....	71

**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1.	Pengujian Agregat Halus (Pasir) .....	80
Lampiran 2.	Pengujian Agregat Kasar (Batu Pecah) .....	81
Lampiran 3.	Analisa Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar.....	82
Lampiran 4.	Kurva Gradasi Agregat Halus dan Agregat Kasar.....	83
Lampiran 5.	Perencanaan Campuran Beton Mutu Tinggi .....	84