



**UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA**

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH PENGGUNAAN KAPUR SIRIH DAN SILICA  
FUME SEBAGAI CEMENTIOUS TERHADAP KUAT TEKAN  
BETON**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana**

**Teknik Sipil**

**DISUSUN OLEH:**

**ADI PUTRA PRANATA MEHA**

**1353050006**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA**

**2018**

## **PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Adi Putra Pranata Meha

NIM : 1353050006

Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul **“PENGARUH PENGGUNAAN KAPUR SIRIH DAN SILICA FUME SEBAGAI CEMENTIOUS TERHADAP KUAT TEKAN BETON”** adalah hasil karya saya sendiri dan bukan jiplakan dari karya orang lain.

Jika dikemudian hari ada yang tidak sesuai dengan pernyataan di atas, maka penulis bersedia untuk mempertanggung jawabkannya.

Jakarta, 15 Februari 2018

(Adi Putra Pranata Meha)



**LEMBAR PENGESAHAN**

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENGGUNAAN KAPUR SIRIH DAN SILICA FUME  
SEBAGAI CEMENTIOUS TERHADAP KUAT TEKAN BETON**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik*

**Disusun oleh:**

**ADI PUTRA PRANATA MEHA**

**1353050006**

Jakarta, 23 Februari 2018

Mengetahui,

Mengetahui,

**Ir. Pinondang Simanjuntak., MT**  
Dosen Pembimbing

**Ir. Risma M.S., ME**  
Kaprodik Teknik Sipil

## LEMBAR PENGUJIAN

Nama : Adi Putra Pranata Meha

NIM : 1353050006

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Tugas Akhir : **PENGARUH PENGGUNAAN KAPUR SIRIH DAN  
SILIKA FUME SEBAGAI CEMENTIOUS  
TERHADAP KUAT TEKAN BETON**

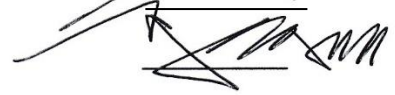

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Ketua : Ir. Risma M.S., ME (Ketua)

Pembimbing : Ir. Pinondang Simanjuntak, MT (Anggota)

Anggota : Ir. Setiyadi, MT (Anggota)



Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 23 Februari 2018

## **KATA PENGANTAR**

Penulis mengucapkan puji dan syukur kepada Tuhan Yesus Kristus karena kasih setia dan karunia-Nya, maka tugas akhir ini dapat terlaksana dan terselesaikan dengan baik tepat waktu. Tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat yang harus diselesaikan dalam meraih gelar Sarjana pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia.

Tugas akhir ini merupakan hasil penelitian di Laboratorium mengenai pengaruh campuran kapur sirih dan silika fume terhadap beton dengan judul **“PENGARUH CAMPURAN KAPUR SIRIH dan SILICA FUME TERHADAP KUAT TEKAN BETON”**.

Selama penelitian dan penyelesaian tugas akhir ini penulis mendapat banyak bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Pinondang Simanjuntak, MT selaku dosen pembimbing yang telah bersedia membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
2. Ir. Risma M.S ME selaku Ketua Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia.
3. Ir. Setiyadi, MT selaku dosen pembimbing Akademik angkatan 2013 Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia.
4. Mas Darno yang selalu mau memberi masukan dan membantu segala keperluan yang saya butuhkan didalam penelitian yang saya lakukan di dalam Laboratorium Teknologi Beton.

5. Seluruh dosen dan karyawan Teknik Sipil Universitas Kristen Indonesia yang telah memberikan bantuan selama penulis kuliah hingga selesainya tugas akhir ini.
6. Kedua orang tuaku tercinta bapakku B. Meha dan Mamakku Ny. M. Nbr Silalahi yang selalu memberikan dorongan semangat dan doa dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Kakakku (Anesia Meha dan Rika Meha) dan adikku (Dipo Meha) yang selalu memberikan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Abang-abang sepupuku : Imron Adi Meha, Henrik Meha, Andus Meha yang selalu bisa menjadi abang dan motivator yang baik bagi saya.
9. Sahabat-sahabatku dari kecil “AMSAL” Saud Purba, Jones Tanjung, Rudi Tuak dan Putra Siagian yang selalu memberikan dukungan dan motivasi kepada saya dalam menyelesaikan tugas akhir.
10. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil angkatan 2013 : Yoant “Remeng”, “Bosku” Obed Simanjuntak, Kakakku Fani “Jugul”, Reni “Longor”, MM “Porsot”, Willy “Ninja Telor”, Adolfo, Martin “Kerupuk”, Laeku DemonManik, “Pak Aji” Hebron. P dan ciciku Siska Rimbo.
11. Adik-adik didikku angkatan 2016 : An “Creep”, Ferdi “Ketua Kuykuy”, Refli “Gomora”, Agus “Big Baby”, Arnold, Nandes, Hulu “BF”, Hendru, Jonfer, Mikha, Yantze, Tino, Liyman, Tiber, Efandi, Anis,

Sapri, Hanif, Putri, Nancy, Ita, Febi, Ines, Ati, Irene, Tisa, Mei dan Ivan Mayor.

12. Adik-adik kelasku angkatan 14, 15, 16, dan 17.

13. Rekan-rekan seperjuanganku di dalam kelas malam : Candra, Eko dan Gerry.

14. Dan untuk semua orang, yang tidak mungkin saya tuliskan satu-persatu atas dukungannya yang sangat baik dengan kerendahan hati saya meminta maaf yang sebesar-besarnya.

Saya menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Yang disebabkan keterbatasan pengetahuan dan kurangnya pemahaman saya dalam hal ini. Oleh karena itu, saya mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari para pembaca demi perbaikan menjadi lebih baik.

Akhir kata saya mengucapkan terima kasih dan semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca. Syalom, Tuhan Yesus Memberkati.

**Jakarta, Januari 2018**

**Penulis**

**Adi Putra Pranata Meha**

## **ABSTRAK**

Beton campuran dengan menggunakan kapur sirih dan *silica fume* merupakan beton yang ramah lingkungan dan dapat mengurangi limbah. Penggunaan kapur sirih dan *silica fume* sebagai bahan tambah pada beton, dimungkinkan akan lebih dapat memiliki kuat tekan yang lebih tinggi. Dalam penelitian ini, adapun variasi substitusi kapur sirih dan *silica fume* yang digunakan adalah 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan pengujian yang dilakukan berupa slump test, kuat tekan, dan absorpsi. Dari hasil pengujian penurunan kuat tekan kapur sirih masing-masing sebesar 70,90%, 59,90%, 53,37%, 49,99% dari beton normal, Kuat tekan terbesar pada substitusi abu kulit kerang terdapat pada persentase 5% sebesar 25,01 MPa sehingga tidak memenuhi mutu beton yang direncanakan. Sedangkan penurunan kuat tekan substitusi *silica fume* masing-masing sebesar 82,09%, 75,37%, 65,23%, 60,41% dari beton normal. Kuat tekan terbesar *silica fume* 5% sebesar 28,97 MPa. Sedangkan penurunan kuat tekan pada kombinasi substitusi kapur sirih dan *silica fume* masing-masing sebesar 74,61%, 67,38%, 59,90%, 56,73% dari beton normal. Dari hasil pengujian tersebut diperoleh penurunan pada kuat tekan. Untuk itu, jika diadakan penelitian lebih lanjut ada baiknya nilai variasikapur sirih dan *silica fume* diperkecil kurang dari 5% agar dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengganti.

Kata kunci : kapur sirih, *silica fume*, kuat tekan, absorpsi.

## **ABSTRACT**

*Mixed concrete using whitening and silica fume is environmentally friendly concrete and can reduce waste. The use of whitening and silica fume as added material on concrete, it is possible to have a higher compressive strength. In this study, the variation of substitution of whitening and silica fume used was 0%, 5%, 10%, 15%, 20% and the tests were carried out in the form of slump test, compressive strength, and absorption. From the results of testing the decrease in compressive strength of whitening each of 70.90%, 59.90%, 53.37%, 49.99% of normal concrete, the greatest compressive strength on the substitution of shellfish ash was at a percentage of 5% of 25 , 01 MPa so that it does not meet the planned concrete quality. While the decrease in the compressive strength of silica fume substitution was 82.09%, 75.37%, 65.23%, 60.41% of normal concrete, respectively. The highest silica fume compressive strength of 5% is 28.97 MPa. While the decrease in compressive strength in the combination of substitution of whitening and silica fume was 74.61%, 67.38%, 59.90%, 56.73% of normal concrete, respectively. From the test results obtained a decrease in compressive strength. For that reason, if further research is carried out, it is better to reduce the value of the variety of betel and silica fume to less than 5% so that it can be used as a substitute.*

*Keywords: whitening, silica fume, compressive strength, absorption.*



## **DAFTAR ISI**

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b>	
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRAK/ABSTRACT .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I - PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1. Latar Belakang .....	1
2. Maksud dan Tujuan Penelitian .....	3
3. Perumusan Masalah.....	4
4. Batasan Masalah .....	4
5. Manfaat Penelitian.....	5
6. Metodologi Penelitian.....	6
7. Sistematika Penulisan .....	7
<b>BAB II – TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>9</b>
2.1 Umum.....	9
2.2 Sifat-sifat Beton .....	11
2.2.1 Sifat-sifat Beton Segar.....	11
2.2.1.1 Kemudahan Pengerjaan (Workability) .....	12
2.2.1.2 Pemisahan Kerikil (Segregation).....	16
2.2.1.3 Pemisahan Air (Bleeding).....	16

2.2.2	Sifat-sifat Beton Keras .....	17
2.2.2.1	Kekuatan Tekan Beton ( $F_c'$ ) .....	17
2.2.3	Faktor yang mempengaruhi K.T.B .....	24
2.2.3.1	Faktor air semen & kepadatan .....	20
2.2.3.2	Umur Beton .....	21
2.2.3.3	Jenis Semen .....	22
2.2.3.4	Jumlah Semen .....	23
2.2.3.5	Sifat Agregat .....	24
2.2.3.6	Absorpsi Beton .....	24
2.3	Bahan Penyusun Beton .....	25
2.3.1	Semen .....	25
2.3.1.1	Umum.....	25
2.3.1.2	Semen Portland.....	26
2.3.1.3	Jenis-jenis Semen Portland.....	26
2.3.1.4	Bahan Dasar Semen Portland.....	29
2.3.1.5	Senyawa Utama Dalam Semen Portland....	30
2.3.1.6	Reaksi Hidrasi.....	32
2.3.2	Agregat .....	34
2.3.2.1	Umum .....	34
2.3.2.2	Jenis-jenis Agregat .....	35
2.3.2.3	Jenis Agregat Berdasarkan Berat.....	35
2.3.2.4	Jenis Agregat Berdasarkan Bentuk.....	36
2.3.2.5	Jenis Agregat Berdasarkan Ukuran... ..	39
	1. Agregat Halus .....	39
	2. Agregat Kasar .....	42
2.3.2.6	Jenis Agregat Berdasarkan Tekstur Permukaan	44

2.3.3 Air .....	46
2.3.4 Bahan Tambahan .....	48
2.3.4.1 Umum .....	48
2.3.5 Jenis Admixture .....	50
2.3.5.1 Mineral Admixture .....	50
<b>BAB III – METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>57</b>
3.1 Umum .....	57
3.2 Bahan-bahan Penyusun Beton .....	59
3.2.1 Semen Portland .....	59
3.2.2 Agregat Halus .....	59
1. Analisa Ayakan Pasir .....	60
2. Pemeriksaan Kadar Lumpur dan Tanah Pada Agregat Halus .....	60
3. Pemeriksaan Kandungan Organik .....	62
4. Pemeriksaan berat Jenis dan Absorpsi Pasir .....	62
3.2.3 Agregat Kasar .....	64
1. Analisa Saringan Agregat Kasar .....	65
2. Specific Gravity dan Absorpsi Agregat Kasar .....	66
3. Ketahanan Abrasi Agregat Kasar .....	67
4. Bentuk Agregat Kasar .....	68
5. Kekerasan Gores untuk Agregat Kasar .....	70
6. Kandungan Lumpur .....	71
3.2.4 Air .....	71

3.2.5 Kapur Sirih .....	72
3.2.6 Silika Fume .....	72
3.2.7 Perencanaan Campuran Beton (Mix Design) .....	73
3.2.8 Penyediaan Bahan Penyusun Beton .....	75
3.2.9 Pembuatan Benda Uji .....	75
3.2.10 Penggunaan Kapur Sirih dan Silika Fume .....	78
3.2.11 Pengujian Sampel .....	79
1. Uji Slump .....	79
2. Perawatan Beton .....	80
3. Uji Kuat Tekan Beton .....	81
4. Absorpsi Beton .....	82
<b>BAB IV – HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>83</b>
4.1 Hasil Perhitungan Perencanaan Desain Campuran Beton K-350 .....	83
4.2 Pengujian Agregat Kasar .....	86
4.2.1 Analisa Ayakan Agregat Kasar .....	86
4.2.2 Specific Gravity dan Absorpsi Agregat Kasar .....	88
4.2.3 Ketahanan Abrasi Agregat Kasar dengan Los Angeles Testing .....	88
4.2.4 Pengujian Kekerasan Gores Agregat Kasar .....	89
4.2.5 Pengujian Bentuk Agregat Kasar .....	90
4.2.6 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar .....	92
4.3 Pengujian Agregat Halus .....	93
4.3.1 Analisa Ayakan Agregat Halus .....	93
4.3.2 Specific Gravity dan Absorpsi Agregat Halus .....	95
4.3.3 Kandungan Bahan Organik Agregat Halus .....	96

4.3.4 Pemeriksaan Kadar Lumpur dan Tanah Pada Agregat Halus	97
4.4 Nilai Slump .....	98
4.5 Uji Kuat Tekan Beton .....	100
4.6 Absorpsi Beton .....	109
4.7 Berat Jenis .....	114
4.8 Perbandingan Kuat Tekan Beton Terhadap Pengurangan Portland Cement (PC) .....	115
<b>BAB V – KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>116</b>
1. Kesimpulan .....	116
2. Saran.....	117

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Benda Uji Silinder .....	4
Gambar 1.2	Diagram/bagan alir tahap-tahap pelaksanaan penelitian	6
Gambar 2.1	Unsur-unsur pembuatan beton .....	9
Gambar 2.2	Kerucut <i>Abrams</i> .....	14
Gambar 2.3	<i>Slump</i> sebenarnya .....	14
Gambar 2.4	<i>Slump</i> geser .....	15
Gambar 2.5	<i>Slump</i> runtuh .....	15
Gambar 2.6	Hubungan antara kuat tekan dengan waktu .....	18
Gambar 2.7	Pola keruntuhan pada silinder beton .....	19
Gambar 2.8	Hubungan antara f.a.s dengan kekuatan beton .....	21
Gambar 2.9	Hubungan antara kuat tekan dengan waktu .....	22
Gambar 2.10	Perkembangan kekuatan tekan mortar .....	23
Gambar 2.11	Reaksi hidrasi senyawa semen .....	33
Gambar 3.1	Diagram alir pembuatan beton & <i>Mix design</i> .....	58
Gambar 3.2	Uji tekan beton .....	81
Gambar 4.1	Grafik batas gradasi kerikil .....	87

Gambar 4.2	Grafik gradasi agregat halus .....	94
Gambar 4.3	Hasil uji kandungan organik agregat halus .....	95
Gambar 4.4	Grafik pengaruh k.s & s.f terhadap nilai <i>slump</i> .....	98
Gambar 4.5	Grafik pengaruh k.s dan <i>s.f</i> terhadap kuat tekan beton	106
Gambar 4.6	Grafik pengaruh k.s dan <i>s.f</i> terhadap absorpsi beton	110
Gambar 4.7	Grafik pengaruh k.s dan <i>s.f</i> terhadap berat jenis beton	111
Gambar 4.8	Grafik perbandingan k.t.b terhadap pengurangan <i>p.c (PC)</i>	112

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perkiraan kuat tekan beton pada berbagai umur .....	22
Tabel 2.2	Empat senyawa utama dari <i>semen portland</i> .....	31
Tabel 2.3	Komposisi oksida <i>semen portland</i> .....	32
Tabel 2.4	Reaksi hidrasi senyawa semen .....	33
Tabel 2.5	Pengaruh sifat agregat pada sifat beton .....	34
Tabel 2.6	Batasan gradasi untuk agregat halus .....	41
Tabel 2.7	Susunan besar butiran agregat kasar ( <i>ASTM, 1991</i> ) .....	43
Tabel 2.8	Perbandingan komposisi kimia kapur sirih dengan semen .	52
Tabel 3.1	Perencanaan campuran beton .....	73
Tabel 3.2	Variasi jumlah benda uji rencana .....	76
Tabel 4.1	Hasil perhitungan campuran beton K-350 .....	83
Tabel 4.2	Komposisi material pengujian beton dengan kapur sirih ...	85
Tabel 4.3	Komposisi material pengujian beton dengan <i>silica fume</i> ..	85
Tabel 4.4	Komposisi material pengujian beton dengan k.s & s.f .....	86
Tabel 4.5	Analisa saringan agregat kasar .....	86
Tabel 4.6	<i>Spesific gravity</i> dan absorpsi agregat kasar .....	88
Tabel 4.7	Ketahanan abrasi agregat kasar dengan LATM .....	88



Tabel 4.8	Pengujian kekerasan gores agregat kasar .....	89
Tabel 4.9	Pengujian bentuk agregat kasar .....	90
Tabel 4.10	Hasil pengujian bentuk agregat kasar .....	91
Tabel 4.11	Hasil pengujian kadar lumpur .....	92
Tabel 4.12	Tabel hasil pengujian agregat kasar .....	92
Tabel 4.13	Analisa ayakan agregat halus .....	93
Tabel 4.14	<i>Spesific gravity</i> dan absorpsi agregat halus .....	94
Tabel 4.15	Persentase kandungan lumpur dan tanah agregat halus .....	95
Tabel 4.16	Tabel hasil pengujian agregat halus .....	96
Tabel 4.17	Nilai <i>slump</i> berbagai jenis campuran beton .....	97
Tabel 4.18	Kuat tekan silinder beton normal .....	99
Tabel 4.19	Kuat tekan silinder beton dengan substitusi k.s 5% .....	99
Tabel 4.20	Kuat tekan silinder beton dengan substitusi k.s 10% .....	100
Tabel 4.21	Kuat tekan silinder beton dengan substitusi k.s 15% .....	100
Tabel 4.22	Kuat tekan silinder beton dengan substitusi k.s 20% .....	101
Tabel 4.23	Kuat tekan silinder beton dengan substitusi s.f 5% .....	101
Tabel 4.24	Kuat tekan silinder beton dengan substitusi s.f 10% .....	102
Tabel 4.25	Kuat tekan silinder beton dengan substitusi s.f 15% .....	102
Tabel 4.26	Kuat tekan silinder beton dengan substitusi s.f 20% .....	103
Tabel 4.27	Kuat tekan silinder beton dengan substitusi k.s + s.f 5% ..	103

Tabel 4.28	Kuat tekan silinder beton dengan substitusi k.s + s.f 10% ..	104
Tabel 4.29	Kuat tekan silinder beton dengan substitusi k.s + s.f 15% ..	104
Tabel 4.30	Kuat tekan silinder beton dengan substitusi k.s + s.f 20% ..	105
Tabel 4.31	Absorpsi beton normal .....	107
Tabel 4.32	Absorpsi beton dengan substitusi kapur sirih 5% .....	107
Tabel 4.33	Absorpsi beton dengan substitusi kapur sirih 10% .....	107
Tabel 4.34	Absorpsi beton dengan substitusi kapur sirih 15% .....	108
Tabel 4.35	Absorpsi beton dengan substitusi kapur sirih 20% .....	108
Tabel 4.36	Absorpsi beton dengan substitusi <i>silica fume</i> 5% .....	108
Tabel 4.37	Absorpsi beton dengan substitusi <i>silica fume</i> 10% .....	108
Tabel 4.38	Absorpsi beton dengan substitusi <i>silica fume</i> 15% .....	109
Tabel 4.39	Absorpsi beton dengan substitusi <i>silica fume</i> 20% .....	109
Tabel 4.40	Absorpsi beton dengan kapur sirih + <i>silica fume</i> 5 % .....	109
Tabel 4.41	Absorpsi beton dengan kapur sirih + <i>silica fume</i> 10 % .....	109
Tabel 4.42	Absorpsi beton dengan kapur sirih + <i>silica fume</i> 15 % .....	110
Tabel 4.43	Absorpsi beton dengan kapur sirih + <i>silica fume</i> 20 % .....	110