

**PENGARUH KERTAS SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT  
KASAR DENGAN PENAMBAHAN *SILICA FUME* DALAM  
PEMBUATAN BETON RINGAN**

Laporan Tugas Akhir  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari  
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh:

**KRISNA WIDYA PAMUNGKAS**  
NPM : 08 02 13069



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
Yogyakarta  
Oktober 2012**

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul:

### **PENGARUH KERTAS SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR DENGAN PENAMBAHAN *SILICA FUME* DALAM PEMBUATAN BETON RINGAN**

Benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, 15 Oktober 2012

Yang membuat pernyataan,



(KRISNA WIDYA PAMUNGKAS)

# PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

## PENGARUH KERTAS SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR DENGAN PENAMBAHAN *SILICA FUME* DALAM PEMBUATAN BETON RINGAN

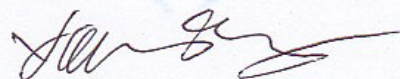
Oleh:

**KRISNA WIDYA PAMUNGKAS**  
NPM. : 08 02 13069

telah disetujui oleh pembimbing

Yogyakarta, .....23-10-2012.....

**Pembimbing**



**Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph. D.**

**Disahkan oleh :**  
**Program Studi Teknik Sipil**

**Ketua**



**J. Januar Sudjati, S.T., M.T.**

# PENGESAHAN

## Laporan Tugas Akhir


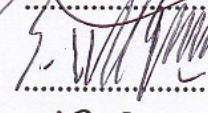
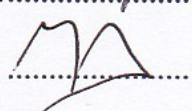
### PENGARUH KERTAS SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR DENGAN PENAMBAHAN *SILICA FUME* DALAM PEMBUATAN BETON RINGAN



Oleh:

**KRISNA WIDYA PAMUNGKAS**  
NPM. : 08 02 13069

Telah diuji dan disetujui oleh

Nama	Tanda tangan	Tanggal
Ketua : Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph. D.		17/10/2012
Sekretaris : Ir. Ign. Benny Puspantoro, M. Sc.		23/10-12
Anggota : J. Januar Sudjati, S.T., M.T.		16/10-12

## KATA HANTAR

Puji syukur penulis sampaikan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah mencurahkan segala rahmat, bimbingan serta perlindungan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Penulisan laporan tugas akhir dengan judul ” **PENGARUH KERTAS SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR DENGAN PENAMBAHAN *SILICA FUME* DALAM PEMBUATAN BETON RINGAN**” disusun guna melengkapi syarat untuk menyelesaikan jenjang pendidikan tinggi Program Strata-1 (S-1) di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis berharap melalui laporan tugas akhir ini semakin menambah dan memperdalam ilmu pengetahuan dalam bidang Teknik Sipil baik bagi penulis maupun pihak lain.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini penulis telah mendapat banyak bimbingan, bantuan, dan dorongan moral dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M.Eng, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. J. Januar Sudjati, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph. D, selaku dosen pembimbing yang telah dengan sabar meluangkan waktu untuk memberi petunjuk dan membimbing penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

4. Seluruh Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mendidik dan mengajar penulis.
5. Keluarga tercinta Bapak Drs. E. Wagiyanto (alm), Ibu Filumina Subariyah, mas Ari, mas Yus, mas Adri, mbak Siwi, mbak Etrit dan Gracelyn yang selalu memberi dukungan doa dan semangat kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
6. Teman – teman seperjuanganku dan sahabat-sahabatku Mei, Paul, Paulinus, Elvis, Dikha, Paskah, Anggun, Feli, Reno, Lidya, Rezni, Riono, Sondang, Agung, Jecho, Anga, Martin, Bowo dan teman-teman angkatan 2008. Terima kasih atas persahabatan dan kebersamaan yang telah kita jalani hingga saat ini.
7. Seluruh teman-teman di Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Terima kasih atas kebersamaannya.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih belum sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan masukan berupa kritik dan saran yang membangun.

Yogyakarta, 05 Oktober 2012

Krisna Widya Pamungkas

NPM : 08 02 13069

## *PERSEMBAHAN*

*tugas akhir ini kupersembahkan kepada*

*Yesus Kristus*

*sebagai penolongku dalam segala hal*

*untuk kedua orang tua tercinta*

*bapakku (alm) Epaproditus Wagiyanto dan ibuku Filumina Subariyah*

*kakak-kakakku tersayang*

*mas Ari, mas Yus, Mas Adri, mbak Siwi, mbak Etrit dan mbak Devi*

*ponakan tersayang*

*Gracelyn Alvienna Maheswari*

*sebagai jawaban dan kepercayaan yang kalian berikan*

*Ask, and it shall be given you; seek, and ye shall find; knock, and it shall  
be opened unto you*

*(Matthew 7 : 7)*

*In every thing give thanks: for this is the will of God in Christ Jesus  
concerning you*

*(1 Thessalonians 5 : 18)*

*Ora Et Labora*

*(Berdoalah dan Bekerja)*

*Yogotak Hubuluk Motok Hanorogo*

*(Hari esok harus lebih baik dari hari ini)*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA HANTAR .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR NOTASI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Tugas Akhir .....	4
1.5 Manfaat Tugas Akhir .....	4
1.6 Lokasi Penelitian.....	5
1.7 Keaslian Tugas Akhir.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1 Umum.....	6
2.2 Beton Ringan .....	6
2.3 Bahan-bahan Penyusun Beton.....	9
2.3.1 Semen .....	9
2.3.2 Air .....	10
2.3.3 Agregat.....	11
2.3.4 Tepung Kanji.....	16
2.4 Macam-macam Beton Ringan .....	16
2.4.1 Beton Non Pasir.....	16
2.4.2 Beton Ringan dengan Agregat Ringan .....	17
2.4.3 Beton Kertas.....	17
2.5 Bahan Tambah .....	18
2.6 Hasil Penelitian yang Pernah Dilakukan.....	18
<b>BAB III LANDASAN TEORI .....</b>	<b>21</b>
3.1 Berat Jenis Beton .....	21
3.2 Kuat Tekan Beton .....	21
3.3 Modulus Elastis Beton .....	22
3.4 Resapan Air Beton Kertas .....	23
3.5 Uji <i>Slump</i> .....	24
3.6 Perencanaan Campuran Beton.....	24



<b>BAB IV PELAKSANAAN PENELITIAN .....</b>	<b>27</b>
4.1 Parameter Penelitian .....	27
4.2 Tahap Persiapan .....	28
4.2.1 Bahan Penelitian .....	28
4.2.2 Alat Penelitian .....	31
4.3 Benda Uji .....	38
4.4 Pemeriksaan Alat dan Bahan .....	39
4.5 Perhitungan Campuran Beton .....	44
4.6 Tahap Pembuatan Benda Uji .....	49
4.7 Pelaksanaan Penelitian .....	56
4.8 Hambatan Pelaksanaan .....	57
<b>BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>58</b>
5.1 Pemeriksaan Sifat-Sifat Fisik Agregat Halus (Pasir) .....	58
5.1.1 Berat Jenis Pasir .....	58
5.1.2 Kandungan Lumpur Pasir .....	58
5.1.3 Kandungan Zat Organik Pasir .....	58
5.1.4 Gradasi Pasir .....	59
5.2 Pemeriksaan Sifat-Sifat Fisik Agregat Kertas .....	60
5.2.1 Berat Satuan Agregat Kertas .....	60
5.2.2 Serapan Air Agregat Kertas .....	60
5.3 Pemeriksaan Semen, Air dan Bahan Tambah ( <i>Silica Fume</i> ) .....	61
5.3.1 Semen .....	61
5.3.2 Air .....	61
5.3.3 Bahan Tambah ( <i>Silica fume</i> ) .....	61
5.4 Kebutuhan Bahan Adukan Beton Agregat Kertas .....	61
5.5 Pemeriksaan Sifat-Sifat Fisik Beton .....	64
5.5.1 Berat Jenis Beton .....	64
5.5.2 Pemeriksaan Resapan Air Beton .....	66
5.6 Pengujian Kuat Tekan Beton .....	68
5.7 Modulus Elastisitas Beton .....	72
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>75</b>
6.1 Kesimpulan .....	75
6.2 Saran .....	77
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>78</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>80</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Jenis-jenis Beton Berdasarkan Berat Jenis dan Pemakaiannya.....	7
Tabel 2.2	Jenis-jenis Beton Ringan Berdasarkan Kuat Tekan, Berat Beton, dan Agregat Penyusunnya. ....	8
Tabel 2.3	Jenis-Jenis Beton Ringan Menurut Dobrowolski (1998) dan Neville and Brooks (1987).....	9
Tabel 2.4	Batas-batas Gradasi Untuk Agregat Halus (Pasir) .....	15
Tabel 3.1	Nilai <i>Slump</i> .....	24
Tabel 4.1	Proporsi Campuran Yang Digunakan. ....	48
Tabel 4.2	Nama atau Kode Benda Uji Diameter 150 mm dan Tinggi 300 mm. ....	52
Tabel 4.3	Nama atau Kode Benda Uji Diameter 100 mm dan Tinggi 200 mm. ....	52
Tabel 5.1	Hasil Pemeriksaan Sifat-sifat Fisik Agregat Halus (Pasir) Yang Berasal Dari Sungai Progo, Kulon Progo, Yogyakarta. ....	59
Tabel 5.2	Hasil Pemeriksaan Sifat-sifat Fisik Agregat Kertas Yang Berasal Kertas HVS Bekas .....	60
Tabel 5.3	Proporsi Campuran Awal.....	62
Tabel 5.4	Koreksi Proporsi Campuran Yang Digunakan.....	63
Tabel 5.5	Berat Jenis Beton. ....	65
Tabel 5.6	Resapan Air Beton.....	67
Tabel 5.7	Kuat Tekan Beton. ....	69
Tabel 5.8	Presentase Kenaikan Kuat Tekan Berdasarkan Umur Beton. ....	70
Tabel 5.9	Hasil Kuat Tekan Pengulangan Pada Umur Beton 14 hari.....	71
Tabel 5.10	Modulus Elastisitas Beton. ....	73

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1	Bahan-bahan Penyusun Beton.....	31
Gambar 4.2	Cetakan Beton .....	32
Gambar 4.3	Molen .....	32
Gambar 4.4	Gelas Ukur.....	33
Gambar 4.5	Kerucut Abrams.....	34
Gambar 4.6	Bak Adukan.....	34
Gambar 4.7	Timbangan.....	35
Gambar 4.8	Piknometer .....	35
Gambar 4.9	Kerucut SSD dan Penumbuk.....	36
Gambar 4.10	Saringan dan Mesin Pengayak.....	36
Gambar 4.11	Oven Listrik.....	37
Gambar 4.12	Compression Testing Machine.....	37
Gambar 4.13	Universal Testing Machine (UTM).....	38
Gambar 4.14	Kaliper.....	38
Gambar 4.15	Pemeriksaan SSD Pasir.....	40
Gambar 4.16	Pemeriksaan Gradasi Pasir.....	40
Gambar 4.17	Pemeriksaan Kandungan Lumpur.....	41
Gambar 4.18	Pemeriksaan Zat Organik Pasir.....	41
Gambar 4.19	Pemeriksaan Berat Satuan Agregat Kertas.....	43
Gambar 4.20	Pengadukan Beton .....	50
Gambar 4.21	Pengujian <i>Slump</i> Beton.....	51
Gambar 4.22	Pemeriksaan Resapan Air Beton .....	54
Gambar 4.23	Uji Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton .....	55
Gambar 4.24	Skema Metode Penelitian.....	56
Gambar 5.1	Grafik Berat Jenis Beton.....	66
Gambar 5.2	Grafik Resapan Air Beton.....	67
Gambar 5.3	Grafik Kuat Tekan Beton.....	69
Gambar 5.4	Grafik Modulus Elastisitas Beton.....	73

## DAFTAR NOTASI

A	: Luas Penampang Benda Uji Silinder ( $\text{mm}^2$ )
BK 15	: Beton Kertas Dengan Persentase Agregat Kertas Sebesar 15% dari volumen agregat keseluruhan
BK 30	: Beton Kertas Dengan Persentase Agregat Kertas Sebesar 30% dari volumen agregat keseluruhan
BK 45	: Beton Kertas Dengan Persentase Agregat Kertas Sebesar 45% dari volumen agregat keseluruhan
BN	: Beton Normal Dengan Persentase Agregat Kertas Sebesar 0%
Bs	: Berat Beton (kg)
Bv	: Berat Jenis Beton ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
Ec	: Modulus Elastis Beton Tekan (MPa)
$f'_c$	: Kuat Tekan (MPa)
$f$	: Tegangan Beton (MPa)
P	: Beban Tekan (N)
Vb	: Volume Beton ( $\text{m}^3$ )
W1	: Berat Beton Oven (Kg)
W2	: Berat Beton Kering Permukaan – SSD (Kg)
Wc	: Berat Jenis Beton ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
$\varepsilon$	: Regangan Beton

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Prosedur Pemeriksaan Material
Lampiran 2	Hasil Pemeriksaan Material
Lampiran 3	Mix Design Beton Kertas Agregat Kertas
Lampiran 4	Hasil Uji Beton Ringan Agregat Kertas



## ABSTRAK

Beton ringan mempunyai berat jenis yang lebih kecil dari beton normal. Ketersediaan bahan alam yang semakin terbatas mendorong dilakukannya pemanfaatan bahan lain seperti bahan limbah yang belum banyak dimanfaatkan untuk membuat beton ringan. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah membuat agregat ringan buatan yaitu dengan membuat agregat kasar dari bahan kertas. Kelemahan beton ringan dengan melakukan substitusi agregat kasar dengan agregat yang memiliki berat jenis lebih ringan adalah rendahnya kuat tekan. Pada penelitian ini akan ditambahkan *silica fume* sebanyak 3% dari jumlah semen untuk menambah kuat tekan beton.

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah silinder beton berukuran diameter 15 cm; tinggi 30 cm dan diameter 10 cm; tinggi 20 cm, perbandingan semen : agregat adalah 1 : 4, dengan faktor air semen 0,45. Variasi kertas yang digunakan adalah sebesar 0%, 15%, 30%, dan 45%.

Pada saat umur beton 7 hari besar kuat tekan dan berat jenis beton mengalami penurunan sejalan dengan penambahan jumlah kertas, besar kuat tekan dengan variasi kertas 0%, 15% dan 30% adalah berturut-turut sebesar 15,6 MPa, 10,62 MPa, 7 MPa, besar berat jenis dengan variasi kertas 0%, 15%, 30%, dan 45% adalah berturut-turut sebesar 2119,74 kg/m<sup>3</sup>, 2025,36 kg/m<sup>3</sup>, 1945,66 kg/m<sup>3</sup>, dan 1768,47 kg/m<sup>3</sup>; sedangkan resapan air mengalami peningkatan sejalan dengan penambahan jumlah kertas, besar resapan air dengan variasi kertas 0%, 15%, 30%, dan 45% adalah berturut-turut sebesar 11,02%; 11,81%; 14,27%; dan 22,59%.

Pada saat umur beton 14 hari besar kuat tekan dan berat jenis beton mengalami penurunan sejalan dengan penambahan jumlah kertas besar kuat tekan dan berat jenis beton dengan variasi kertas 0%, 15%, 30%, dan 45% adalah berturut-turut sebesar 19,16 MPa, 10,66 MPa, 8,23 MPa, dan 3,13 MPa, dengan berat jenis 2077,69 kg/m<sup>3</sup>, 1994,66 kg/m<sup>3</sup>, 1921 kg/m<sup>3</sup>, dan 1794,46 kg/m<sup>3</sup>; sedangkan resapan air mengalami peningkatan sejalan dengan penambahan jumlah kertas, besar resapan air dengan variasi kertas 0%, 15%, 30%, dan 45% adalah berturut-turut sebesar 11,14%; 11,53%; 14,46%; dan 18,07%.

Pada saat umur beton 28 hari besar kuat tekan, berat jenis dan modulus elastisitas beton mengalami penurunan sejalan dengan penambahan jumlah kertas; besar kuat tekan, berat jenis dan modulus elastisitas beton dengan variasi kertas 0%, 15%, 30%, dan 45% adalah berturut-turut sebesar 24,89 MPa, 11,77 MPa, 8,38 MPa, dan 4,05 MPa, berat jenis 2075,44 kg/m<sup>3</sup>, 1963,57 kg/m<sup>3</sup>, 1864,05 kg/m<sup>3</sup>, dan 1740,88 kg/m<sup>3</sup>, dan modulus elastisitas sebesar 13398,71 MPa, 9291,48 MPa, 8584,51 MPa, dan 6547,65 MPa, sedangkan resapan air mengalami peningkatan sejalan dengan penambahan jumlah kertas, besar resapan airnya dengan variasi kertas 0%, 15%, 30%, dan 45% adalah berturut-turut sebesar 10,84%; 11,3%; 12,37%; dan 15,86%. Jadi untuk beton dengan variasi kertas sebanyak 15%, 30%, dan 45% termasuk dalam beton dengan berat jenis ringan.

**Kata Kunci :** Beton ringan, agregat kertas, kuat tekan, resapan air, *silica fume*