

**PENGARUH SUBSTITUSI SEBAGIAN AGREGAT HALUS  
DENGAN SERBUK KACA DAN BAHAN TAMBAH *SILICA*  
*FUME* SERTA *VISCOCRETE-10* TERHADAP SIFAT  
MEKANIK BETON**

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

Oleh :

**APHRODITA EMAWATI ATMAJA**  
**NPM : 11 02 13978**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA, JANUARI 2015**

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PENGARUH SUBSTITUSI SEBAGIAN AGREGAT HALUS  
DENGAN SERBUK KACA DAN BAHAN TAMBAH SILICA  
FUME SERTA VISCOCRETE-10 TERHADAP SIFAT MEKANIK  
BETON

Oleh :

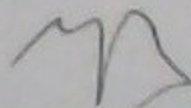
APHRODITA EMAWATI ATMAJA

NPM : 11 02 13978

Telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta, 26-1-2015

Pembimbing

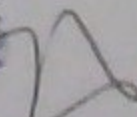


(Johanes Januar Sudjati, S.T., M.T.)

Disahkan oleh :

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



(Johanes Januar Sudjati, S.T., M.T.)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PENGARUH SUBSTITUSI SEBAGIAN AGREGAT HALUS  
DENGAN SERBUK KACA DAN BAHAN TAMBAH *SILICA*  
*FUME* SERTA *VISCOCRETE-10* TERHADAP SIFAT MEKANIK  
BETON



Oleh :

APHRODITA EMAWATI ATMAJA

NPM : 11 02 13978

Telah diteliti dan disetujui oleh

|            | Nama                                   | Tanda Tangan | Tanggal    |
|------------|--|--------------|------------|
| Ketua      | Jaharun Januar Sudjati, S.T., M.T      |              | 20/1/15    |
| Sekretaris | Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M.Eng       |              | 20/01/2015 |
| Anggota    | Prof. Ir. Yudianto Arhadi, M.Eng, Ph.D |              | 20/1/2015  |



## PERNYATAAN

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

**Pengaruh Substitusi Sebagian Agregat Halus dengan Serbuk Kaca dan Bahan Tambah Silica Fume serta Viscocrete-10 terhadap Sifat Mekanik Beton**

Berita - berita merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data hasil 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 di kemudian 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, 16 Januari 2015

Yang membuat pernyataan,



(Aphrodita Erawati Atmaja)

Skripsi ini kupersembahkan untuk :

Tuhan Yesus Kristus,

Papa dan Mama,

Agung dan Sandra

“Seperti tubuh tanpa roh adalah mati demikian jugalah iman tanpa perbuatan adalah mati.”

(Yakobus 2:26)

“You can't have a positive life and negative mind”

(Joyce Meyer)

“If you can't learn to enjoy your life when you have problems, you may never enjoy it, because we'll always have problems.”

(Joyce Meyer)

“Knowing is not enough, we must apply. Willing is not enough, we must do”

(Bruce Lee)

“Sukses adalah tanggung jawab pribadi. Menyalahkan orang lain atas keadaan atau kesulitan hidup kita, hanya semakin menjadikan kita jiwa yang tidak bersyukur.”

(Mario Teguh)

## KATA HANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala cinta kasih, rahmat, bimbingan, dan perlindungan-Nya yang selalu menyertai sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sebagai syarat menyelesaikan pendidikan tinggi Program Strata-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Penulis berharap tugas akhir ini semakin menambah dan memperdalam ilmu pengetahuan dalam bidang teknik sipil baik untuk penulis maupun pihak lain.

Dalam menyusun tugas akhir ini penulis telah mendapat banyak bimbingan, bantuan, dan dorongan moral dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. J. Januar Sudjati, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, sekaligus dosen pembimbing tugas akhir yang telah membimbing selama penyusunan tugas akhir ini.
3. Seluruh dosen Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mendidik, mengajar, dan memberikan ilmunya kepada penulis.
4. Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah menyediakan fasilitas dalam melaksanakan penelitian.

5. Fx. Sukaryantara, selaku Staff Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan yang telah membantu dan memberikan petunjuk dalam pelaksanaan tugas akhir ini.
6. Papa (Rudy Surya Atmaja), Mama (Priskila Enny Yuliyanto), dan Adik (Cassandra Christabela Atmaja) yang telah memberikan doa, dukungan, dan motivasi yang luar biasa selama ini.
7. Agung Budiman, S.T., MM., terima kasih atas dukungan kasih, semangat, dan doanya selama ini kepada penulis.
8. Rekan – rekan seperjuanganku di Prodi Teknik Sipil UAJY, Agnes, Eveline, Cinthya, Yunita, Devina, Teddy, Andreas, Ivan, Arnold, Magdalena. Terima kasih atas segala bantuan dan dukungan selama ini dalam menyelesaikan tugas akhir.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

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

Yogyakarta, Januari 2015

Penulis

Aphrodita Emawati Atmaja

110213978

## DAFTAR ISI

|  |      |
|--|------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....                                 | i    |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....                            | ii   |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....                           | iv   |
| <b>KATA HANTAR</b> .....                                   | v    |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                                    | vii  |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                                  | ix   |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                                 | x    |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....                               | xi   |
| <b>ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN</b> .....                    | xii  |
| <b>INTISARI</b> .....                                      | xiii |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....                             | 1    |
| 1.1. Latar Belakang .....                                  | 1    |
| 1.2. Rumusan Masalah .....                                 | 2    |
| 1.3. Batasan Masalah .....                                 | 2    |
| 1.4. Keaslian Tugas Akhir .....                            | 3    |
| 1.5. Tujuan Tugas Akhir .....                              | 3    |
| 1.6. Manfaat Tugas Akhir .....                             | 3    |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....                       | 5    |
| 2.1. Bahan Penyusun Beton .....                            | 5    |
| 2.1.1. Air .....   | 5    |
| 2.1.2. Agregat Kasar .....                                 | 6    |
| 2.1.3. Agregat Halus .....                                 | 7    |
| 2.1.4. Semen Portland .....                                | 7    |
| 2.2. Kaca .....  | 8    |
| 2.3. <i>Silica Fume</i> .....                              | 10   |
| 2.3.1. Pengertian <i>Silica Fume</i> .....                 | 10   |
| 2.3.2. Komposisi <i>Silica Fume</i> .....                  | 11   |
| 2.3.3. Karakteristik <i>Silica Fume</i> .....              | 11   |
| 2.3.4. Kelebihan dan Kekurangan <i>Silica Fume</i> .....   | 12   |
| 2.4. <i>Viscocrete</i> .....                               | 13   |
| 2.4.1. Jenis <i>Admixture</i> .....                        | 13   |
| 2.4.2. Karakteristik <i>Viscocrete</i> – 10 .....          | 15   |
| 2.4.3. Kelebihan <i>Viscocrete</i> – 10 .....              | 15   |
| 2.5. Perkembangan Penelitian Menggunakan Serbuk Kaca ..... | 16   |
| <b>BAB III LANDASAN TEORI</b> .....                        | 19   |
| 3.1. Kuat Tekan Beton .....                                | 19   |
| 3.2. Modulus Elastisitas Beton .....                       | 20   |
| 3.3. Kuat Tarik Belah Beton .....                          | 20   |
| 3.4. Penyerapan Air .....                                  | 21   |



|                       |   |    |
|-----------------------|---|----|
| <b>BAB IV</b>         | <b>PELAKSANAAN PENELITIAN</b>                               | 23 |
| 4.1.                  | Tahap Persiapan   | 23 |
| 4.1.1.                | Bahan Penelitian  | 23 |
| 4.1.2.                | Peralatan Penelitian  | 24 |
| 4.2.                  | Tahap Pemeriksaan Bahan                                     | 27 |
| 4.2.1.                | Pemeriksaan Gradasi Pasir                                   | 27 |
| 4.2.2.                | Pemeriksaan Kadar Lumpur Pasir                              | 29 |
| 4.2.3.                | Pemeriksaan Kandungan Zat Organik Pasir                     | 30 |
| 4.2.4.                | Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air dalam Pasir      | 31 |
| 4.2.5.                | Pemeriksaan Gradasi Batu Pecah                              | 33 |
| 4.2.6.                | Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air dalam Batu Pecah | 34 |
| 4.2.7.                | Pemeriksaan Berat Jenis Serbuk Kaca                         | 35 |
| 4.3.                  | Tahap Pembuatan Benda Uji                                   | 35 |
| 4.3.1.                | Persiapan Pengecoran Benda Uji Silinder Beton               | 35 |
| 4.3.2.                | Pengecoran Benda Uji Silinder Beton                         | 36 |
| 4.3.3.                | Tahap Perawatan Benda Uji ( <i>Curing</i> )                 | 37 |
| 4.3.4.                | Variasi Benda Uji   | 37 |
| 4.4.                  | Tahap Pengujian Benda Uji                                   | 38 |
| 4.4.1.                | Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton                         | 38 |
| 4.4.2.                | Pengujian Modulus Elastisitas Beton                         | 38 |
| 4.4.3.                | Pengujian Kuat Tarik Belah Beton                            | 39 |
| 4.4.4.                | Pengujian Penyerapan Air Beton                              | 40 |
| 4.5.                  | Tahap Analisis Data   | 40 |
| 4.6.                  | Hambatan Pelaksanaan  | 41 |
| <b>BAB V</b>          | <b>HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>                      | 42 |
| 5.1.                  | Hasil dan Pembahasan Pemeriksaan Bahan                      | 42 |
| 5.1.1.                | Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir)                           | 42 |
| 5.1.2.                | Pemeriksaan Agregat Kasar (Kerikil)                         | 45 |
| 5.1.3.                | Pemeriksaan Berat Jenis Serbuk Kaca                         | 47 |
| 5.1.4.                | Pengujian Slump   | 48 |
| 5.2.                  | Hasil dan Pembahasan Pengujian Sifat Mekanik Beton          | 49 |
| 5.2.1.                | Pengujian Kuat Tekan Beton                                  | 50 |
| 5.2.2.                | Pengujian Modulus Elastisitas Beton                         | 52 |
| 5.2.3.                | Pengujian Kuat Tarik Belah Beton                            | 53 |
| 5.2.4.                | Pengujian Penyerapan Air dalam Beton                        | 55 |
| <b>BAB VI</b>         | <b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>                                 | 57 |
| 6.1.                  | Kesimpulan  | 57 |
| 6.2.                  | Saran   | 58 |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> |   | 59 |
| <b>LAMPIRAN</b>       |   |    |

## DAFTAR TABEL

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| Tabel 4.1.  | Variasi Benda Uji.....   | 38 |
| Tabel 5.1.  | Hubungan Warna Larutan dengan Zat Organik.....   | 43 |
| Tabel 5.2.  | Hasil Pemeriksaan Kandungan Lumpur Pasir.....  | 43 |
| Tabel 5.3.  | Hasil Pengujian Mhb Pasir.....   | 44 |
| Tabel 5.4.  | Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus   | 45 |
| Tabel 5.5.  | Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar.....   | 46 |
| Tabel 5.6.  | Hasil Pemeriksaan Mhb Kerikil.....   | 47 |
| Tabel 5.7.  | Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Serbuk Kaca.....   | 48 |
| Tabel 5.8.  | Hasil Pengujian <i>Slump</i> .....   | 48 |
| Tabel 5.9.  | Kebutuhan bahan adukan beton per 1 adukan (3 silinder beton)   | 49 |
| Tabel 5.10. | Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi<br>Serbuk Kaca.....  | 50 |
| Tabel 5.11. | Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Variasi<br>Serbuk Kaca dengan Menghilangkan Sampel yang<br>Menyimpang..... | 52 |
| Tabel 5.12. | Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton<br>dengan Variasi Serbuk Kaca.....  | 54 |
| Tabel 5.13. | Hasil Pengujian Penyerapan Air dalam Beton.....  | 56 |

## DAFTAR GAMBAR

|              |  |    |
|--------------|--|----|
| Gambar 4.1.  | <i>Compression Testing Machine</i> .....   | 26 |
| Gambar 4.2.  | <i>Universal Testing Machine (UTM)</i> .....   | 27 |
| Gambar 4.3.  | Pemeriksaan Mhb Pasir.....   | 29 |
| Gambar 4.4.  | Sketsa Pemeriksaan Kandungan Lumpur .....  | 30 |
| Gambar 4.5.  | Hasil Perbandingan Warna Larutan Dengan <i>Gardner Standart Colour</i> .....   | 31 |
| Gambar 4.6.  | Sketsa Pemeriksaan Kandungan Zat Organik.....  | 31 |
| Gambar 4.7.  | Pengujian Berat Jenis Pasir .....  | 33 |
| Gambar 4.8.  | Pengujian Slump .....  | 36 |
| Gambar 4.9.  | Benda Uji Silinder Sebelum Dimasukkan ke Dalam Bak Air .   | 37 |
| Gambar 4.10. | Sketsa Benda Uji Setelah Pengujian Kuat Tarik Belah .....  | 39 |
| Gambar 4.11. | Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian.....   | 41 |
| Gambar 5.1.  | Diagram Perbandingan Kuat Tekan Dengan Variasi Serbuk Kaca .....   | 51 |
| Gambar 5.2.  | Diagram Perbandingan Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi Serbuk Kaca dengan Menghilangkan Sample Yang Menyimpang..... | 53 |
| Gambar 5.3.  | Diagram Perbandingan Kuat tarik Belah dengan Variasi Serbuk Kaca .....   | 55 |
| Gambar 5.4.  | Diagram Perbandingan Kadar Penyerapan Air Pada Silinder Mini Dengan Variasi Serbuk Kaca .....                              | 56 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|             |  |     |
|-------------|--|-----|
| Lampiran 1  | Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar ..... | 60  |
| Lampiran 2  | Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus ..... | 61  |
| Lampiran 3  | Pemeriksaan Berat Jenis Serbuk Kaca .....                  | 62  |
| Lampiran 4  | Pemeriksaan Kandungan Zat Organik Dalam Pasir .....        | 63  |
| Lampiran 5  | Pemeriksaan Kandungan Lumpur Dalam Pasir .....             | 64  |
| Lampiran 6  | Pemeriksaan Gradasi Besar Butiran Pasir .....              | 65  |
| Lampiran 7  | Pemeriksaan Gradasi Besar Butiran Kerikil .....            | 66  |
| Lampiran 8  | Pengujian Kuat Tekan Beton .....                           | 67  |
| Lampiran 9  | Pemeriksaan Modulus Elastisitas Beton (BF 0_1).....        | 70  |
| Lampiran 10 | Pemeriksaan Modulus Elastisitas Beton (BF 0_2).....        | 72  |
| Lampiran 11 | Pemeriksaan Modulus Elastisitas Beton (BF 0_3).....        | 74  |
| Lampiran 12 | Pemeriksaan Modulus Elastisitas Beton (BF 10_1).....       | 76  |
| Lampiran 13 | Pemeriksaan Modulus Elastisitas Beton (BF 10_2).....       | 78  |
| Lampiran 14 | Pemeriksaan Modulus Elastisitas Beton (BF 10_3).....       | 80  |
| Lampiran 15 | Pemeriksaan Modulus Elastisitas Beton (BF 20_1).....       | 82  |
| Lampiran 16 | Pemeriksaan Modulus Elastisitas Beton (BF 20_2).....       | 84  |
| Lampiran 17 | Pemeriksaan Modulus Elastisitas Beton (BF 20_3).....       | 86  |
| Lampiran 18 | Pemeriksaan Modulus Elastisitas Beton (BF 30_1).....       | 88  |
| Lampiran 19 | Pemeriksaan Modulus Elastisitas Beton (BF 30_2).....       | 90  |
| Lampiran 20 | Pemeriksaan Modulus Elastisitas Beton (BF 30_3).....       | 92  |
| Lampiran 21 | Pemeriksaan Modulus Elastisitas Beton (BF 40_1).....       | 94  |
| Lampiran 22 | Pemeriksaan Modulus Elastisitas Beton (BF 40_2).....       | 96  |
| Lampiran 23 | Pemeriksaan Modulus Elastisitas Beton (BF 40_3).....       | 98  |
| Lampiran 24 | Pengujian Kuat Tarik Belah Beton (BF 0% Kaca) .....        | 100 |
| Lampiran 25 | Pengujian Kuat Tarik Belah Beton (BF 10% Kaca) .....       | 101 |
| Lampiran 26 | Pengujian Kuat Tarik Belah Beton (BF 20% Kaca) .....       | 102 |
| Lampiran 27 | Pengujian Kuat Tarik Belah Beton (BF 30% Kaca) .....       | 103 |
| Lampiran 28 | Pengujian Kuat Tarik Belah Beton (BF 40% Kaca) .....       | 104 |
| Lampiran 29 | Pengujian Penyerapan Beton.....                            | 105 |
| Lampiran 30 | <i>Mix Design</i> .....                                    | 107 |

## ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

|              |                                   |
|--------------|-----------------------------------|
| $D$          | = diameter silinder beton         |
| $E_c$        | = modulus elastisitas beton tekan |
| $\epsilon_p$ | = regangan beton                  |
| $f'_c$       | = kuat tekan                      |
| $f'_t$       | = kuat tarik belah beton          |
| $f_{maks}$   | = tegangan beton maksimum         |
| $h$          | = tinggi bahan                    |
| $m_j$        | = massa sampel jenuh              |
| $m_k$        | = massa sampel kering             |
| $P$          | = beban maksimum                  |
| $L$          | = tinggi silinder beton           |
| $\pi$        | = phi (3,1429)                    |



## INTISARI

PENGARUH SUBSTITUSI SEBAGIAN AGREGAT HALUS DENGAN SERBUK KACA DAN BAHAN TAMBAH *SILICA FUME* SERTA *VISCOCRETE-10* TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON, Aphrodita Emawati Atmaja, NPM 11 02 13978, tahun 2014 , Bidang Keahlian Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Salah satu limbah yang banyak ditemukan adalah limbah produksi pabrik kaca. Limbah produksi di pabrik-pabrik kaca, umumnya terdiri dari limbah serbuk kaca dan limbah pecahan kaca. Limbah serbuk kaca umumnya sudah tidak dapat dimanfaatkan lagi dan dibuang ke sungai. Begitu juga dengan limbah pecahan kaca, yang masih sangat minim pemanfaatannya karena kurangnya pemahaman tentang cara pengolahannya. Jika pada akhirnya, limbah-limbah kaca ini hanya menuju ke tempat pembuangan, tentunya hal ini dapat mencemari lingkungan, serta meningkatkan angka sampah di dunia. Keberadaan limbah pecahan kaca ini, dapat menjadi alternatif bahan pengganti agregat halus dalam adukan beton. Dengan demikian, bahan dari limbah tersebut juga bisa menjadi suatu bahan konstruksi. Hal ini didukung dengan alasan yang rasional, bahwa bahan tersebut akan dapat menambah kekuatan beton, harga serta ketersediaannya terjangkau, dan juga dapat meminimalisasi limbah.

Dalam tugas akhir ini, dilakukan substitusi sebagian agregat halus dengan serbuk kaca. Variasinya adalah substitusi 0%, 10%, 20%, 30%, dan 40% serbuk kaca. Lalu diberi bahan tambah berupa *silica fume* dan *viscocrete-10*. Benda uji berupa silinder beton berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm untuk pengujian kuat tekan, modulus elastisitas, dan kuat tarik belah beton. Sementara, benda uji berdiameter 100 mm dan tinggi 200 mm, digunakan untuk pengujian penyerapan air beton.

Hasil penelitian membuktikan, bahwa serbuk kaca dapat dipertimbangkan untuk bahan pengganti pasir sebagai agregat halus dalam pembuatan beton. Dari pengujian kuat tekan, penurunan nilai kuat tekan paling tinggi pada angka 11,99%, yakni BF 40, substitusi 40% agregat halus dengan serbuk kaca, terhadap beton normal. Ini adalah angka yang tidak terlalu tinggi. Sementara pengujian modulus elastisitas beton, penurunan terbesar pada angka 0,26% yakni pada BF 30, terhadap beton normal. Komposisi optimum substitusi serbuk kaca untuk pengujian kuat tekan beton adalah BF 20, yakni substitusi 20% agregat halus dengan serbuk kaca. Sementara untuk pengujian modulus, komposisi optimum juga pada BF 20. Pengujian kuat tarik belah memiliki nilai tertinggi pada BF 40, atau substitusi 40% agregat halus dengan serbuk kaca, dengan kenaikan kuat tarik belah mencapai 5,54% terhadap beton normal. Dan pengujian penyerapan air, angka tertinggi juga terdapat pada BF 40, atau substitusi 40% agregat halus dengan serbuk kaca, dengan kenaikan tertinggi mencapai 50,07%.

Kata kunci: Serbuk kaca, Agregat Halus, Kuat Tekan, Modulus Elastisitas, Kuat tarik belah, Penyerapan air