

**PENGARUH SERBUK KACA SEBAGAI SUBSTITUSI
SEBAGIAN AGREGAT HALUS DAN SEBAGAI *FILLER*
DENGAN BAHAN TAMBAH *SILICA FUME* TERHADAP
SIFAT MEKANIK BETON**

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

Oleh :
JEFRY PUTRATAMA
NPM : 14 02 15721



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
JANUARI 2018**

**PENGARUH SERBUK KACA SEBAGAI SUBSTITUSI
SEBAGIAN AGREGAT HALUS DAN SEBAGAI *FILLER*
DENGAN BAHAN TAMBAH *SILICA FUME* TERHADAP
SIFAT MEKANIK BETON**

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

Oleh :
JEFRY PUTRATAMA
NPM : 14 02 15721



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
JANUARI 2018**

PERNYATAAN

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

**PENGARUH SERBUK KACA SEBAGAI SUBSTITUSI SEBAGIAN
AGREGAT HALUS DAN SEBAGAI *FILLER* DENGAN BAHAN TAMBAH
SILICA FUME TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON**

benar-benar 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 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, 24 Januari 2018

Yang membuat pernyataan,



(JEFRY PUTRATAMA)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

**PENGARUH SERBUK KACA SEBAGAI SUBSTITUSI SEBAGIAN
AGREGAT HALUS DAN SEBAGAI *FILLER* DENGAN BAHAN TAMBAH
SILICA FUME TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON**

Oleh :

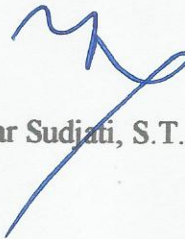
JEFRY PUTRATAMA

NPM. : 14 02 15721

Telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta, 24 Januari 2018

Pembimbing



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

Disahkan oleh:

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



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

PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir

PENGARUH SERBUK KACA SEBAGAI SUBSTITUSI SEBAGIAN AGREGAT HALUS DAN SEBAGAI *FILLER* DENGAN BAHAN TAMBAH *SILICA FUME* TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON






Oleh :

JEFRY PUTRATAMA

NPM. : 14 02 15721

Telah diuji dan disetujui oleh:

| | Nama | Tanggal | Tanda Tangan |
|------------|--------------------------------------|-----------|---|
| Ketua | : J. Januar Sudjati, S.T., M.T. | 24/1-18 |  |
| Sekretaris | : Angelina Eva Lianasari, S.T., M.T. | 24/1-2018 |  |
| Anggota | : Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng | 24/1/2018 |  |

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Ada dua hal yang tidak bisa ditunda dalam kehidupan ini,
yaitu berbakti kepada orang tua dan melakukan kebajikan”

(Bhiksuni Shih Cheng Yen)

Keinginan untuk belajar akan meningkatkan pengetahuan; pengetahuan
meningkatkan kebijaksanaan. Dengan kebijaksanaan, tujuan dapat diketahi;
mengetahui tujuan akan membawa kebahagiaan.

(Theragātā 141)

“Pikiran adalah pelopor dari segala sesuatu, pikiran adalah pemimpin, pikiran
adalah pembentuk. Bila seseorang berbicara atau berbuat dengan pikiran murni,
maka kebahagiaan akan mengikutinya, bagaikan bayang-bayang yang tak pernah
meninggalkan bendanya”

“Walaupun seseorang hidup seratus tahun, tetapi malas dan tidak bersemangat,
maka sesungguhnya lebih baik kehidupan sehari dari orang berjuang dengan
penuh semangat”

*Tugas Akhir Ini Sebagai Persembahan Untuk:
Tuhan Yang Maha Esa
Keluarga tercinta, Papa, Mama, Yuliani, Taupik dan
Felita yang selalu mendoakanku dan semua perhatiannya.
Sahabat-sahabatku dan teman-temanku.
Terima Kasih*

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis sampaikan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan kasihNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Adapun tujuan penulisan Tugas Akhir dengan judul “PENGARUH SERBUK KACA SEBAGAI SUBSTITUSI SEBAGIAN AGREGAT HALUS DAN SEBAGAI *FILLER* DENGAN BAHAN TAMBAH *SILICA FUME* TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON” untuk melengkapi syarat untuk menyelesaikan jenjang pendidikan tinggi Program Strata-1 (S-1) di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Harapan penulis melalui Tugas Akhir ini adalah memberikan tambahan pengetahuan serta memperdalam ilmu dalam bidang Teknik Sipil, baik bagi penulis maupun pihak lain.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak mungkin dapat diselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang teramat baik kepada penulis, yang telah memberikan curahan kasih-Nya yang luar biasa berupa kekuatan dan semangat selama penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Prof. Ir. Yoyong A, M.Eng, Ph. D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Bapak J. Januar Sudjati, S.T, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya serta sebagai dosen pembimbing yang telah dengan

sabar meluangkan waktu untuk memberikan petunjuk dan membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

4. Para dosen di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia dengan sabar mendidik dan membagikan ilmu kepada penulis.
5. Keluargaku tercinta, Papa, Mama, Yuliani, Taupik dan Felita terima kasih atas doa, dukungan, semangat, penghiburan dan pengorbanan yang sudah diberikan bagi penulis selama ini, sehingga penulis dapat melanjutkan cita-cita sampai sekarang.
6. Teman-teman seperjuangan di dalam Tugas Akhir, khususnya Devy, Fanri, Fiega, terima kasih atas bantuan, dukungan dan semangatnya selama melakukan penelitian.
7. Teman-teman Angkatan 2014, terima kasih banyak buat kebersamaan kita selama ini, baik didalam suka maupun duka.
8. Pak Sukar selaku Staf Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan di Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah banyak sekali membantu penulis selama melakukan penelitian.
9. Teman-teman Keluarga Mahasiswa Buddhis yang telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis.
10. Pengurus Keluarga Mahasiswa Buddhis periode-17 yang telah memberikan bantuan, dukungan dan motivasi kepada penulis.
11. Teman-teman KKN Angkatan 71, Kelompok 1, Padukuhan Beteng, terima kasih atas kerjasama dan dukungan selama ini.

12. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Yogyakarta, 24 Januari 2018

JEFRY PUTRATAMA
NPM : 14 02 15721



DAFTAR ISI

| | |
|--|-------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERNYATAAN | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN | iii |
| HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI | iv |
| HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR NOTASI | xiii |
| DAFTAR PERSAMAAN | xiv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xv |
| LAMPIRAN | xvi |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3. Batasan Masalah | 3 |
| 1.4. Keaslian Tugas Akhir | 4 |
| 1.5. Tujuan Tugas Akhir | 5 |
| 1.6. Manfaat Penelitian | 5 |
| 1.7. Lokasi Penelitian | 5 |
| | |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| 2.1. Beton | 6 |
| 2.2. Bahan Penyusun Beton | 7 |
| 2.2.1. Air | 7 |
| 2.2.2. Agregat Kasar | 8 |
| 2.2.3. Agregat Halus | 9 |
| 2.2.4. Semen Portland | 9 |
| 2.3. Penggunaan Kaca Dalam Bidang Konstruksi | 10 |
| 2.4. Kandungan Dalam Kaca | 12 |
| 2.5. Pengaruh Sifat Reaktif Silika pada Kaca | 12 |
| 2.6. Perkembangan Penelitian dengan Kaca | 13 |
| 2.7. <i>Pozzoland</i> | 16 |
| 2.8. <i>Silica Fume</i> | 17 |
| 2.8.1. Pengertian <i>Silica Fume</i> | 17 |
| 2.8.2. Komposisi <i>Silica Fume</i> | 17 |
| 2.8.3. Karakteristik <i>Silica Fume</i> | 18 |
| 2.8.4. Kelebihan dan Kekurangan <i>Silica Fume</i> | 18 |
| | |
| BAB III LANDASAN TEORI | 20 |
| 3.1. Kuat Tekan Beton | 20 |

| | | |
|-----------------------------|---|-----------|
| 3.2. | Modulus Elastisitas Beton | 21 |
| 3.3. | Kuat Tarik Belah Beton | 22 |
| 3.4. | Penyerapan Air Beton (<i>Water Absorbtion</i>) | 23 |
| BAB IV | METODOLOGI PENELITIAN | 24 |
| 4.1. | Umum | 24 |
| 4.2. | Kerangka Penelitian | 25 |
| 4.3. | Bahan Penelitian | 26 |
| 4.4. | Alat | 27 |
| 4.5. | Pengujian Bahan | 31 |
| 4.5.1. | Agregat Halus | 31 |
| 4.5.2. | Agregat Kasar | 35 |
| 4.5.3. | Serbuk Kaca | 38 |
| 4.6. | Perhitungan Rencana Campuran | 39 |
| 4.7. | Pembuatan Benda Uji | 40 |
| 4.8. | Pengujian <i>Slump</i> | 42 |
| 4.9. | Perawatan Benda Uji | 43 |
| 4.10. | Pengujian Beton | 43 |
| 4.10.1. | Pengujian Kuat Tekan Beton | 44 |
| 4.10.2. | Pengujian Modulus Elastisitas Beton | 44 |
| 4.10.3. | Pengujian Kuat Tarik Belah Beton | 45 |
| 4.10.4. | Pengujian Penyerapan Air Beton | 46 |
| BAB V | HASIL DAN PEMBAHASAN | 47 |
| 5.1. | Hasil dan Pembahasan Pengujian Bahan dan Material | 47 |
| 5.1.1. | Pengujian Agregat Halus (Pasir) | 47 |
| 5.1.2. | Pengujian Agregat Kasar (Kerikil/ <i>Split</i>) | 49 |
| 5.1.3. | Pengujian Serbuk Kaca | 50 |
| 5.2. | Pengujian <i>Slump</i> | 50 |
| 5.3. | Pengujian Beton | 51 |
| 5.3.1. | Pengujian Kuat Tekan Beton | 51 |
| 5.3.2. | Pengujian Modulus Elastisitas Beton | 53 |
| 5.3.3. | Pengujian Kuat Tarik Belah Beton | 54 |
| 5.3.4. | Pengujian Penyerapan Air Beton | 56 |
| BAB VI | KESIMPULAN DAN SARAN | 59 |
| 6.1. | Kesimpulan | 59 |
| 6.2. | Saran | 60 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 62 |
| LAMPIRAN | | 64 |

DAFTAR TABEL

| No. | NAMA TABEL | HAL. |
|-----|---|------|
| 2.1 | Kandungan Bahan Kimia Pada Berbagai Jenis Kaca | 12 |
| 2.2 | Kandungan Serbuk Kaca | 12 |
| 2.3 | Hasil Uji Kuat Tekan Beton Dengan Campuran Agregat Kaca | 13 |
| 2.4 | Hasil Uji Kuat Tekan Beton Dengan Bubuk Kaca | 14 |
| 4.1 | Kebutuhan Bahan Susun Beton per-m ³ | 40 |
| 4.2 | Variasi Benda Uji | 41 |
| 5.1 | Hubungan Warna Larutan Dengan Kandungan Zat Organik | 47 |
| 5.2 | Hasil Pengujian <i>Slump</i> | 50 |
| 5.3 | Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton | 51 |
| 5.4 | Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton | 53 |
| 5.5 | Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton | 55 |
| 5.6 | Hasil Pengujian Penyerapan Air Beton | 57 |

DAFTAR GAMBAR

| No. | NAMA GAMBAR | HAL. |
|------|--|------|
| 3.1 | Benda Uji Silinder | 20 |
| 4.1 | Bagan Alir Penelitian | 25 |
| 4.2 | Serbuk Kaca Substitusi Sebagian Agregat Halus | 26 |
| 4.3 | Serbuk Kaca Sebagai <i>Filler</i> Beton | 26 |
| 4.4 | <i>Silica Fume</i> | 26 |
| 4.5 | <i>Tintometer</i> | 27 |
| 4.6 | <i>Los Angeles Abrasion Machine</i> | 29 |
| 4.7 | Bola Baja | 29 |
| 4.8 | <i>Compressometer</i> | 30 |
| 4.9 | <i>Compression Testing Machine</i> | 30 |
| 4.10 | <i>Universal Testing Machine</i> | 31 |
| 4.11 | Pemeriksaan Zat Organik Pasir | 34 |
| 4.12 | Pengujian <i>Slump</i> | 43 |
| 4.13 | Pengujian Kuat Tekan Beton | 44 |
| 4.14 | Pengujian Modulus Elastisitas Beton | 45 |
| 4.15 | Pengujian Kuat Tarik Belah Beton | 46 |
| 5.1 | Diagram Perbandingan Kuat Tekan Beton | 52 |
| 5.2 | Diagram Perbandingan Modulus Elastisitas Beton | 54 |
| 5.3 | Diagram Perbandingan Kuat Tarik Belah Beton | 55 |
| 5.4 | Diagram Perbandingan Persentase Penyerapan Air Beton | 57 |

DAFTAR NOTASI

| NOTASI | ARTI |
|---------------|---|
| $f'c$ | Kuat Tekan (MPa) |
| P | Beban Tekan (N) |
| Ao | Luas penampang benda uji (mm ²) |
| N | Jumlah benda uji |
| E | Modulus elastisitas beton Tekan (MPa) |
| σ | Tegangan (MPa) |
| ε | Regangan |
| $f't$ | Kuat tarik belah beton pada umur 28 hari (N/mm ²) |
| L | Lebar/tinggi silinder beton (mm) |
| D | Diameter silinder beton (mm) |
| A | Berat kering pasir (gram) |
| B | Berat SSD (gram) |
| C | Berat agregat dalam air (gram) |
| V | Berat awal pasir (gram) |
| W | Jumlah air (ml) |
| W | Kandungan lumpur |
| mj | Masa jenuh |
| mk | Masa Kering |

DAFTAR PERSAMAAN

| PERSAMAAN | KETERANGAN | HAL. |
|--------------|--|------|
| 3-1 | Kuat Tekan Beton | 20 |
| 3-2 | Modulus Elastisitas Beton (Wang & Salmon) | 21 |
| 3-3 | Kuat Tarik Belah Beton (SK SNI 03-2491-2002) | 23 |
| 3-4 | Penyerapan Air Beton (SNI 03-2914-1990) | 23 |
| 4-1 | Kandungan Lumpur | 33 |
| 4-2 s/d 4-5 | Berat Jenis Dan Penyerapan Pasir | 35 |
| 4-6 | Abrasi/keausan | 37 |
| 4-7 s/d 4-10 | Berat Jenis Dan Penyerapan Kerikil/ <i>Split</i> | 38 |
| 4-11 | Berat Jenis Serbuk Kaca | 39 |
| 4-12 | Penyerapan Air | 46 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | | |
|-------------|--|-----|
| Lampiran 1 | Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar | 64 |
| Lampiran 2 | Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus | 65 |
| Lampiran 3 | Pemeriksaan Berat Jenis Serbuk Kaca | 66 |
| Lampiran 4 | Pemeriksaan Kandungan Zat Organik Dalam Pasir | 67 |
| Lampiran 5 | Pemeriksaan Kandungan Lumpur Dalam Pasir | 68 |
| Lampiran 6 | Pemeriksaan Gradasi Besar Butiran Pasir | 69 |
| Lampiran 7 | Pemeriksaan Gradasi Besar Butiran Kerikil | 70 |
| Lampiran 8 | Pemeriksaan <i>Los Angeles Abrasion Test</i> | 71 |
| Lampiran 9 | Pengujian Kuat Tekan Beton | 72 |
| Lampiran 10 | Pemeriksaan Modulus Elastisitas Beton (BN_01) | 75 |
| Lampiran 11 | Pemeriksaan Modulus Elastisitas Beton (BN_02) | 77 |
| Lampiran 12 | Pemeriksaan Modulus Elastisitas Beton (BN_03) | 79 |
| Lampiran 13 | Pemeriksaan Modulus Elastisitas Beton (BS 10%_01) | 81 |
| Lampiran 14 | Pemeriksaan Modulus Elastisitas Beton (BS 10%_02) | 83 |
| Lampiran 15 | Pemeriksaan Modulus Elastisitas Beton (BS 10%_03) | 85 |
| Lampiran 16 | Pemeriksaan Modulus Elastisitas Beton (BS 20%_01) | 87 |
| Lampiran 17 | Pemeriksaan Modulus Elastisitas Beton (BS 20%_02) | 89 |
| Lampiran 18 | Pemeriksaan Modulus Elastisitas Beton (BS 20%_03) | 91 |
| Lampiran 19 | Pemeriksaan Modulus Elastisitas Beton (BS 30%_01) | 93 |
| Lampiran 20 | Pemeriksaan Modulus Elastisitas Beton (BS 30%_02) | 95 |
| Lampiran 21 | Pemeriksaan Modulus Elastisitas Beton (BS 30%_03) | 97 |
| Lampiran 22 | Pemeriksaan Modulus Elastisitas Beton (BS 40%_01) | 99 |
| Lampiran 23 | Pemeriksaan Modulus Elastisitas Beton (BS 40%_02) | 101 |
| Lampiran 24 | Pemeriksaan Modulus Elastisitas Beton (BS 40%_03) | 103 |
| Lampiran 25 | Pengujian Kuat Tarik Belah Beton (Beton Normal) | 105 |
| Lampiran 26 | Pengujian Kuat Tarik Belah Beton (Beton Kaca 10%) | 106 |
| Lampiran 27 | Pengujian Kuat Tarik Belah Beton (Beton Kaca 20%) | 107 |
| Lampiran 28 | Pengujian Kuat Tarik Belah Beton (Beton Kaca 30%) | 108 |
| Lampiran 29 | Pengujian Kuat Tarik Belah Beton (Beton Kaca 40%) | 109 |
| Lampiran 30 | Pengujian Penyerapan Beton | 110 |
| Lampiran 31 | Rencana Campuran Adukan Beton (SNI T-15-1990-03) | 112 |

INTISARI

“PENGARUH SERBUK KACA SEBAGAI SUBSTITUSI SEBAGIAN AGREGAT HALUS DAN SEBAGAI *FILLER* DENGAN BAHAN TAMBAH *SILICA FUME* TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON”, Jefry Putratama, NPM: 14.02.15721, tahun 2017, Bidang Peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Semakin meningkatnya suatu proses produksi dapat berpengaruh juga akan meningkatnya jumlah limbah yang dihasilkan, salah satunya yaitu limbah kaca. Penggunaan limbah industri seperti kaca merupakan alternatif yang baik, karena akan terjadi proses pemanfaatan sehingga limbah dapat dikurangi. Beberapa limbah kaca dari sisa produksi diolah kembali menjadi kaca yang baru, dan sisa lainnya hanya dibuang begitu saja tanpa dimanfaatkan dengan baik. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan dan meneliti serbuk kaca sebagai substitusi sebagian agregat halus dan sebagai *filler* dengan bahan tambah *silica fume* terhadap sifat mekanik beton.

Benda uji yang dibuat pada penelitian ini sebanyak 9 buah beton normal tanpa serbuk kaca dan 36 buah untuk beton dengan serbuk kaca. Perencanaan adukan beton menggunakan SNI T-15-1990-03 dengan perencanaan kuat tekan 20 MPa, faktor air semen (fas) 0,57 dan persentase variasi substitusi sebesar 0%, 10%, 20%, 30% dan 40% serbuk kaca terhadap volume agregat halus, serta campuran 3% serbuk kaca halus terhadap berat semen sebagai *filler* dengan bahan tambah *silica fume* yang ditambahkan sebesar 5% terhadap berat semen pada masing-masing variasi benda uji 10%, 20%, 30% dan 40%. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter ± 150 mm dan tinggi ± 300 mm sebanyak 30 buah untuk pengujian kuat tekan, modulus elastisitas dan kuat tarik belah beton, sedangkan benda uji berbentuk silinder dengan diameter ± 100 mm dan tinggi ± 200 mm sebanyak 15 buah untuk pengujian penyerapan air beton.

Pada penelitian ini menunjukkan bahwa nilai kuat tekan tertinggi pada beton dengan substitusi 10% serbuk kaca yaitu sebesar 23,68 MPa. Nilai modulus elastisitas tertinggi pada beton normal yaitu sebesar 22624,27 MPa. Nilai kuat tarik belah tertinggi pada beton dengan substitusi 10% serbuk kaca yaitu sebesar 3,16 MPa. Nilai penyerapan air beton terendah diperoleh pada beton substitusi serbuk kaca 10% sebesar 4,90%. Berdasarkan hasil pengujian, serbuk kaca layak digunakan sebagai alternatif pemanfaatan limbah kaca sebagai substitusi sebagian agregat halus pada beton.

Kata Kunci: serbuk kaca, serbuk kaca halus (*filler*), *silica fume*, sifat mekanik beton.