

**PENGARUH PENGGUNAAN SERBUK KACA SEBAGAI
SUBSTITUSI AGREGAT HALUS TERHADAP SIFAT
MEKANIK BETON**

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

Oleh :
TRI YULIYANTI
NPM. : 09 02 13226



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
JULI 2013**

PENGARUH PENGGUNAAN SERBUK KACA SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON

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

Oleh :
TRI YULIYANTI
NPM. : 09 02 13226



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
JULI 2013**

PERNYATAAN

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

PENGARUH PENGGUNAAN SERBUK KACA SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS 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, Juli 2013

Yang membuat pernyataan,



(TRI YULIYANTI)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PENGARUH PENGGUNAAN SERBUK KACA SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON

Oleh :

TRI YULIYANTI

NPM. : 09 02 13226

Telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta, 16 Juli 2013

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

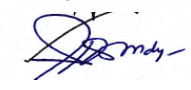
PENGARUH PENGGUNAAN SERBUK KACA SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON



TRI YULIYANTI

NPM. : 09 02 13226

Telah diuji dan disetujui oleh:

	Nama	Tanggal	Tanda Tangan
Ketua	: J. Januar Sudjati, ST, MT	16-07-2013	
Sekretaris	: Siswadi, ST, MT	16-07-2013	
Anggota	: Prof. Ir. Yoyong A, M.Eng, Ph. D	16-07-2013	

Apa yang kita lakukan hari ini, sekarang ini,
akan mempunyai sekumpulan efek pada semua hari esok kita.

~ Alexandra Stoddard ~

“Percayalah kepadaNya setiap waktu, hai umat,
curahkanlah isi hatimu di hadapanNya;
Allah ialah tempat perlindungan kita.”

~ Mazmur 62:9 ~

Humble yourselves therefore under the mighty hand of God,
that He may exalt you in due time.
Casting all your care upon Him, for He careth for you.
~ 1 Peter 5:6-7 ~

Tugas Akhir ini aku persembahkan untuk:
Tuhan Yesus Kristus, bapak dan almarhumah ibu, mas dan mba-ku,
sahabat-sahabatku dan teman-temanku.
sungguh besar Kasih-Mu Tuhan didalam hidupku!
Memberikan orang-orang seperti mereka didalam hidupku,
yang selalu memberikanku dukungan, perhatian dan doa
disaat suka maupun duka.

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 PENGGUNAAN SERBUK KACA SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON” adalah 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 Yesus 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 Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M. Eng., 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, almarhumah Ibu-ku, Bapak, Mas Topek, Mba Ratih, Kakak Ipar, keluarga besar dari Bapak dan almarhumah Ibu, khususnya Bulik Sri, Om Harto, Dek Siwi, Dek Dindit dan Samudra, keponakanku 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 didalam Tugas Akhir, khususnya Randy, Sabdo, Agil, Kak Richardus, dan Adi, terima kasih atas bantuan, dukungan dan semangatnya selama melakukan penelitian.
7. Teman-teman Kelas B Angkatan 2009, Levin, Ricson, Tyas, Merry, Rosa, Litha, Yani, Jimmy, Harry, Joko, Yonathan, Sulis, Kevin, Leo, Ivan, Praska, Alvian, Theos dan semua teman-teman angkatan 2009, terima kasih banyak buat kebersamaan kita selama ini, baik didalam suka maupun duka.
8. Pak Benny selaku Staf Laboratorium Transportasi dan Pak Sukar selaku Staf Laboratorium Struktur Bahan dan Bangunan di Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah banyak sekali membantu penulis selama melakukan penelitian.

9. Teman-teman Asisten Dosen Laboratorium Transportasi (Christian, Chachu) dan Laboratorium Struktur Bahan dan Bangunan (Yogha, Aan, Bobby) di Universitas Atma Jaya Yogyakarta, terima kasih untuk bantuan selama penulis melakukan penelitian.
10. Teman-teman pengurus HMS Universitas Atma Jaya Yogyakarta Periode 2011-2012 yang telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis.
11. Teman-teman KKN Angkatan 62, Kelompok 40, Padukuhan Bali, terima kasih atas kerjasamanya 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, Juli 2013

TRI YULIYANTI
NPM. : 09 02 13226

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	xiv
DAFTAR PERSAMAAN	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
INTISARI	xviii
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan dan Batasan Masalah.....	1
1.3 Keaslian Tugas Akhir.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Lokasi Penelitian.....	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	 4
2.1 Penggunaan Kaca Dalam Bidang Konstruksi	4
2.2 Kandungan Dalam Kaca	5
2.3 Pengaruh Sifat Reaktif Silika pada Kaca	6
2.4 Perkembangan Penelitian dengan Kaca	7
2.5 Beton	8
2.6 Bahan Penyusun Beton	9
2.6.1 Semen	9
2.6.2 Air	11
2.6.3 Agregat	13
2.7 <i>Workability</i>	18
2.8 <i>Segregation</i>	20
2.9 <i>Bleeding</i>	20
2.10 Nilai <i>Slump</i>	21
2.11 Umur Beton	22
 BAB III LANDASAN TEORI.....	 24
3.1 Kuat Desak Beton	24
3.2 Modulus Elastisitas Beton	25
3.3 Kuat Tarik Belah Beton	26
3.4 Kuat Lentur Beton	28

BAB IV	METODOLOGI PENELITIAN	29
4.1	Umum.....	29
4.2	Kerangka Penelitian	30
4.3	Bahan.....	31
4.4	Alat.....	32
4.5	Pengujian Bahan.....	40
4.5.1	Agregat Halus.....	40
4.5.2	Agregat Kasar.....	45
4.6	Perhitungan Rencana Campuran	49
4.7	Pembuatan Benda Uji.....	49
4.8	Pengujian <i>Slump</i>	51
4.9	Perawatan Benda Uji.....	52
4.10	Pengujian Beton	53
4.10.1	Pengujian Kuat Desak Beton	53
4.10.2	Pengujian Modulus Elastisitas Beton.....	53
4.10.3	Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	55
4.10.4	Pengujian Kuat Lentur Beton	56
BAB V	HASIL DAN PEMBAHASAN	58
5.1	Hasil dan Pembahasan Pengujian Bahan dan Material	58
5.1.1	Pengujian Agregat Halus (Pasir).....	58
5.1.2	Pengujian Agregat Kasar (<i>Split</i>).....	62
5.1.3	Pengujian Serbuk Kaca	65
5.2	Pengujian <i>Slump</i>	66
5.3	Berat Jenis Beton.....	69
5.4	Pengujian Beton	71
5.4.1	Pengujian Kuat Desak Beton	71
5.4.2	Pengujian Modulus Elastisitas Beton.....	72
5.4.3	Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	74
5.4.4	Pengujian Kuat Lentur Beton	75
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	77
6.1	Kesimpulan	77
6.2	Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA.....		80
LAMPIRAN.....		82

DAFTAR TABEL

No.	NAMA TABEL	HAL.
2.1	Kandungan kaca	6
2.2	Kandungan serbuk kaca	6
2.3	Hasil uji kuat tekan beton dengan campuran agregat kaca	7
2.4	Susunan unsur semen portland	10
2.5	Senyawa utama semen portland	11
2.6	Batas-batas gradasi agregat halus	15
2.7	Penetapan nilai <i>slump</i> adukan beton	22
2.8	Rasio kuat tekan beton pada berbagai umur	23
4.1	Variasi benda uji	50
4.2	Kebutuhan bahan susun beton per-m ³	50
5.1	Hubungan warna larutan dengan kandungan zat organik	58
5.2	Hasil pemeriksaan kandungan lumpur dalam pasir	59
5.3	Hasil pemeriksaan kandungan lumpur dalam <i>split</i>	60
5.4	Hasil pemeriksaan berat jenis pasir	61
5.5	Hasil pemeriksaan kadar air pasir	62
5.6	Hasil pengujian berat jenis agregat kasar	63
5.7	Hasil pemeriksaan kadar air <i>split</i>	64
5.8	Hasil pemeriksaan keausan kerikil/ <i>split dengan mesin Los Angeles</i>	65
5.9	Hasil pemeriksaan berat jenis serbuk kaca	65
5.10	Hasil pemeriksaan kadar air serbuk kaca	66
5.11	Hasil pengujian nilai <i>slump</i> balok untuk kuat lentur beton	67
5.12	Hasil pengujian nilai <i>slump</i> silinder untuk kuat desak dan modulus elastisitas beton	67
5.13	Hasil pengujian nilai <i>slump</i> silinder untuk kuat tarik belah beton	68
5.14	Berat jenis beton dan pemakaiannya (Tjokrodinuljo, 2007)	69
5.15	Berat jenis rata-rata beton normal	69
5.16	Berat jenis rata-rata beton substitusi agregat halus dengan serbuk kaca sebesar 10%	69
5.17	Berat jenis rata-rata beton substitusi agregat halus dengan serbuk kaca sebesar 20%	70
5.18	Berat jenis rata-rata beton substitusi agregat halus dengan serbuk kaca sebesar 30%	70
5.19	Hasil pengujian kuat desak beton umur 28 hari	72
5.20	Modulus elastisitas silinder beton fas 0,57	73
5.21	Kuat tarik belah silinder beton fas 0,57	74
5.22	Kuat lentur beton fas 0,57	76

DAFTAR GAMBAR

No.	NAMA GAMBAR	HAL.
3.1	Benda Uji Silinder	24
4.1	Sistematika Metode Penelitian	30
4.2	Pasir	31
4.3	<i>Split</i>	31
4.4	Semen	31
4.5	Serbuk Kaca	31
4.6	Air	32
4.7	Gelas Ukur dan NaOH	32
4.8	<i>Tintometer</i>	33
4.9	<i>Stopwatch</i>	33
4.10	<i>Oven</i>	34
4.11	Saringan dan Mesin Pengayak	34
4.12	<i>Picnometer</i>	34
4.13	Timbangan	34
4.14	Timbangan <i>Ohaus</i>	34
4.15	Ember Kawat	35
4.16	Kerucut SSD dan Penumbuk	35
4.17	LAA	36
4.18	Bola Baja	36
4.19	Kerucut <i>Abrams</i>	36
4.20	Bak Adukan	37
4.21	Kaliper	37
4.22	Cetakan Silinder	37
4.23	Cetakan Balok	38
4.24	<i>Compressometer</i>	38
4.25	<i>Compression Testing Machine</i>	39
4.26	<i>Universal Testing Machine</i>	39
4.27	Bantalan Uji Beton	39
4.28	Pemeriksaan Zat Organik Pasir	43
4.29	Pemeriksaan SSD Pasir	44
4.30	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat	48
4.31	Pengujian <i>Slump</i>	52
4.32	Perawatan Beton (<i>Curing</i>)	52
4.33	Pengujian Kuat Desak Beton	53
4.34	Pengujian Modulus Elastisitas Beton	54
4.35	Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	56
4.36	Pengujian Kuat Lentur Beton	57

5.1	Grafik Berat Jenis Beton	70
5.2	Diagram Perbandingan Kuat Desak Beton	72
5.3	Diagram Perbandingan Modulus Elastisitas Beton	73
5.4	Diagram Perbandingan Kuat Tarik Belah Beton	75
5.5	Diagram Perbandingan Kuat Lentur Beton	75



DAFTAR NOTASI

NOTASI	ARTI
f_c'	Kuat desak (MPa)
P	Beban desak (N)
A_o	Luas penampang benda uji (mm^2)
N	Jumlah benda uji
E	Modulus elastisitas beton desak (MPa)
W_c	Berat isi beton (kg/m^3)
f	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)
f_{lt}	Kuat lentur (MPa)
p	Beban maksimum yang mengakibatkan keruntuhan balok uji (N)
l	Panjang bentang antara kedua balok tumpuan (mm)
b	Lebar balok rata-rata pada penampang runtuh (mm)
d	Tinggi balok rata-rata pada penampang runtuh (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

DAFTAR PERSAMAAN

PERSAMAAN	KETERANGAN	HAL.
2-1	Persamaan reaksi	4
3-1	Kuat desak	25
3-2	Modulus elastisitas beton desak (Wang & Salmon)	26
3-3	Modulus elastisitas beton desak (SNI 03-4169-1996)	26
3-4	Kuat tarik belah beton (SK SNI M60-1990-03)	27
3-5	Kuat lentur beton (SNI 03-4154-1996)	28
4-1 s/d 4-4	Berat jenis dan absorpsi pasir	45
4-5 s/d 4-8	Berat jenis dan absorpsi <i>split</i>	48

DAFTAR LAMPIRAN

NAMA LAMPIRAN	HAL.
A. Pengujian Bahan	82
A.1 Pemeriksaan Gradasi Besar Butiran Pasir	82
A.2 Pemeriksaan Kandungan Zat Organik dalam Pasir	83
A.3 Pemeriksaan Kandungan Lumpur dalam Pasir	84
A.4 Pemeriksaan Kandungan Lumpur dalam <i>Split</i>	85
A.5 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Pasir	86
A.6 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan <i>Split</i>	87
A.8 Pemeriksaan <i>Los Angeles Abrasion Test</i>	88
A.9 Pemeriksaan Kadar Air pada Pasir	89
A.10 Pemeriksaan Kadar Air pada <i>Split</i>	90
B. Rencana Adukan Beton SNI	91
C. Pengujian Kuat Tekan Beton	101
C.1 Pengujian Kuat Desak Beton Normal	101
C.2 Pengujian Kuat Desak Beton Serbuk Kaca 10%	101
C.3 Pengujian Kuat Desak Beton Serbuk Kaca 20%	102
C.4 Pengujian Kuat Desak Beton Serbuk Kaca 30%	102
D. Pengujian Modulus Elastisitas Beton	103
D.1 Pengujian Modulus Elastisitas Beton Normal	103
D.2 Pengujian Modulus Elastisitas Beton dengan Substitusi Serbuk Kaca 10%	109
D.3 Pengujian Modulus Elastisitas Beton dengan Substitusi Serbuk Kaca 20%	115
D.4 Pengujian Modulus Elastisitas Beton dengan Substitusi Serbuk Kaca 30%	124
E. Nilai Modulus Elastisitas Beton	133
F. Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	134
F.1 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Normal	134
F.2 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton dengan Substitusi Serbuk Kaca 10%	135
F.3 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton dengan Substitusi Serbuk Kaca 20%	136
F.4 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton dengan Substitusi Serbuk Kaca 30%	137
G. Kuat Tarik Belah Gabungan	138
H. Pengujian Kuat Lentur Beton	139
H.1 Pengujian Kuat Lentur Beton Normal	139
H.2 Pengujian Kuat Lentur Beton dengan Substitusi Serbuk Kaca 10%	140

H.3	Pengujian Kuat Lentur Beton dengan Substitusi Serbuk Kaca 20%	141
H.4	Pengujian Kuat Lentur Beton dengan Substitusi Serbuk Kaca 30%	142
I.	Kuat Lentur Gabungan	143



INTISARI

“PENGARUH PENGGUNAAN SERBUK KACA SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON”, Tri Yuliyanti, NPM: 09.02.13226, tahun 2013, Bidang Peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Salah satu limbah yang banyak ditemukan saat ini adalah limbah produksi pabrik kaca. Limbah produksi tersebut berupa limbah serbuk kaca *bevel*. Limbah serbuk kaca *bevel* tersebut biasanya dibuang langsung di tanah maupun sungai setiap minggunya dalam jumlah yang relatif banyak. Hal ini tentu saja menyebabkan pencemaran lingkungan, baik pencemaran pada tanah maupun air secara tidak langsung serta mengganggu ekosistem yang ada. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan serbuk kaca sebagai substitusi sebagian agregat halus terhadap sifat mekanik pada beton.

Benda uji yang dibuat pada penelitian ini sebanyak 9 buah beton normal tanpa serbuk kaca dan 27 buah untuk beton dengan serbuk kaca. Perencanaan adukan beton menggunakan SNI T-15-1990-03 dengan perencanaan kuat desak 25 MPa, faktor air semen (fas) 0,57 dan variasi kadar substitusi sebesar 0%, 10%, 20% dan 30%. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter ± 150 mm dan tinggi ± 300 mm sebanyak 24 buah untuk pengujian kuat desak, modulus elastisitas dan kuat tarik belah beton. Benda uji berbentuk balok digunakan untuk pengujian kuat lentur beton sebanyak 12 buah dengan ukuran panjang 525 mm, lebar 100 mm dan tinggi 115 mm. Kode yang digunakan pada benda uji adalah BN D beton normal untuk pengujian kuat desak dan modulus elastisitas beton, BN T beton normal untuk pengujian kuat tarik, BN L beton normal untuk pengujian kuat lentur, BS D beton serbuk kaca untuk pengujian kuat desak dan modulus elastisitas beton, BS T beton serbuk kaca untuk pengujian kuat tarik, BS L beton serbuk kaca untuk pengujian kuat lentur

Pada penelitian menunjukan beton dengan normal memiliki nilai kuat desak, modulus elastisitas, kuat tarik belah dan kuat lentur lebih tinggi dibandingkan beton dengan serbuk kaca. Hasil nilai kuat desak BN D, beton BS 10% D, BS 20% D dan BS 30% D berturut-turut adalah 26,74 MPa, 19,45 MPa, 18,05 MPa dan 15,60 MPa. Nilai modulus elastisitas BN D, beton BS 10% D, BS 20% D dan BS 30% D berturut-turut adalah 22705,4880 MPa, 21964,7157 MPa, 21244,2968 MPa dan 19506,7097 MPa. Nilai kuat tarik belah BN T, beton BS 10% T, BS 20% T dan BS 30% T berturut-turut adalah: 2,5787 MPa, 2,0786 MPa, 2,5749 MPa dan 2,1254 MPa. Sedangkan nilai kuat lentur BN L, beton BS 10% L, BS 20% L dan BS 30% berturut-turut adalah 3,7237 MPa, 2,9195 MPa, 2,7365 MPa dan 3,1949 MPa. Perlu dilakukan penelitian dengan mengurangi berat air yang digunakan untuk meningkatkan sifat mekanik beton dan menambahkan *superplasticizer* agar adukan beton tetap mudah dikerjakan.

Kata Kunci: serbuk kaca, bahan pengisi (*filler*), sifat mekanik beton.