

**PENGARUH SERBUK KACA SEBAGAI SUBSTITUSI
SEBAGIAN AGREGAT HALUS DAN SEBAGAI *FILLER*
TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON**

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

Oleh :

VALENTINUS DENNY WIJAYA

NPM. : 11 02 13839



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
JUNI 2015**

**PENGARUH SERBUK KACA SEBAGAI SUBSTITUSI
SEBAGIAN AGREGAT HALUS DAN SEBAGAI *FILLER*
TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON**

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

Oleh :

VALENTINUS DENNY WIJAYA

NPM. : 11 02 13839



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
JUNI 2015**

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* 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, Juni 2015

Yang membuat pernyataan,

A 6000 Rupiah Indonesian postage stamp is shown with a signature over it. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text 'PETERAI TEMPEL' and '6000 RUPIAH'. The signature is in black ink and appears to be 'VALENTINUS DENNY WIAJAYA'.

(VALENTINUS DENNY WIAJAYA)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PENGARUH SERBUK KACA SEBAGAI SUBSTITUSI SEBAGIAN AGREGAT HALUS DAN SEBAGAI *FILLER* TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON

Oleh :

VALENTINUS DENNY WIJAYA

NPM. : 11 02 13839

Telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta, Juni 2015

Pembimbing 14/7-15



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

Disahkan oleh:

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



UNIVERSITAS AIMA JAWA YOGYAKARTA
FAKULTAS
J. Januar Sudjati, S.T., M.T.

PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir

PENGARUH SERBUK KACA SEBAGAI SUBSTITUSI SEBAGIAN AGREGAT HALUS DAN SEBAGAI *FILLER* TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON






Oleh :

VALENTINUS DENNY WIJAYA

NPM. : 11 02 13839

Telah diuji dan disetujui oleh:

	Nama	Tanggal	Tanda Tangan
Ketua	: J. Januar Sudjati, S.T., M.T.	9 Juli 2015	
Sekretaris	: Ir. Agt. Wahyono, M.T.	9 Juli 2015	
Anggota	: Angelina Eva L., S.T., M.T.	9 Juli 2015	

Motto dan Persembahan

Motto

“Do the best, and God will take care of the rest”

“Batasan segala kemungkinan hanya dapat didefinisikan ketika kita mampu menembus ketidakmungkinan”

~ Napoleon Hill, Sastrawan AS (1883-1970) ~

“Kekuatan bukan berasal dari kemenangan. Perjuangan anda lah yang melahirkan kekuatan. Ketika anda menghadapi kesulitan dan tidak menyerah, itulah kekuatan”

~ Jiddu Krishnamurti, Penulis-Filsuf India ~

“Waktu terkadang terlalu lambat bagi mereka yang menunggu, terlalu cepat bagi yang takut, terlalu panjang bagi yang gundah, dan terlalu pendek bagi yang bahagia. Tetapi bagi yang selalu mengasihi, waktu adalah keabadian”

~ Ivan Panin, Matematikawan Rusia (1855-1942) ~

“Saya memang seorang yang melangkah dengan lambat, tetapi saya tidak akan pernah berjalan mundur ke belakang”

~ Abraham Lincoln, Negarawan AS ~

Tugas akhir ini sebagai persembahan untuk :

Tuhan Yesus Kristus

Keluarga tercinta Bapak, Ibu, Dhea dan Dania yang selalu mendoakanku dan semua perhatiannya.

Seluruh Saudaraku 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* 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 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 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, Bapak, Ibu, Dhea, dan Dania 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, Iyus, Erina, Dwi Prasetyo, Ian, Catur, Rudi, Awan, Agnes, Alfon, Ando, Pras Ambro, Ibnu, Yohanes Arnold, Danang, Eko, Loveandre, Andre Gendut, Angga, Ario, Bagas, Daniel, Ivan, Pandu, Yohan, Arnold, Charel, Sigit Prasetya dan khusus untuk wanita istimewa dalam hidupku Mahanani terima kasih atas bantuan, dukungan dan semangatnya selama melakukan penelitian.
7. Teman-teman Angkatan 2011, 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 (Hans, Tius) dan Laboratorium Struktur Bahan dan Bangunan (Halim, Paul) di Universitas Atma Jaya Yogyakarta, terima kasih untuk bantuan selama penulis melakukan penelitian.
10. Teman-teman KKN Angkatan 66, Kelompok 89, Padukuhan Nglinggo Timur, terima kasih atas kerjasama dan dukungan selama ini.
11. 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, Juni 2015

VALENTINUS DENNY WIJAYA

NPM. : 11 02 13839

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	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Keaslian Tugas Akhir	4
1.7 Lokasi Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Kaca	6
2.2 Pengaruh Sifat Reaktif Silika pada Kaca	8
2.3 Perkembangan Penelitian dengan Kaca	9
2.4 Beton	12
2.5 Bahan Penyusun Beton	13
2.5.1 Semen Portland	14
2.5.2 Air	15
2.5.3 Agregat Halus	16
2.5.4 Agregat Kasar	16
2.6 <i>Workability</i>	17
2.7 <i>Segregation</i>	19
2.8 <i>Bleeding</i>	20
2.9 Nilai <i>Slump</i>	21
2.10 Umur Beton	21
BAB III LANDASAN TEORI	23
3.1 Kuat Tekan Beton	23
3.2 Modulus Elastisitas Beton	24
3.3 Kuat Tarik Belah Beton	25

3.4	Penyerapan Air Beton	26
BAB IV	METODOLOGI PENELITIAN	28
4.1	Umum.....	28
4.2	Kerangka Penelitian	29
4.3	Bahan.....	30
4.4	Alat.....	31
4.5	Pengujian Bahan.....	35
4.5.1	Agregat Halus.....	40
4.5.2	Agregat Kasar.....	45
4.5.3	Serbuk Kaca	45
4.6	Perhitungan Rencana Campuran	47
4.7	Pembuatan Benda Uji.....	48
4.8	Pengujian <i>Slump</i>	49
4.9	Perawatan Benda Uji.....	50
4.10	Pengujian Beton	51
4.10.1	Pengujian Kuat Tekan Beton	51
4.10.2	Pengujian Modulus Elastisitas Beton.....	51
4.10.3	Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	52
4.10.4	Pengujian Penyerapan Air Beton	53
BAB V	HASIL DAN PEMBAHASAN	55
5.1	Hasil dan Pembahasan Pengujian Bahan dan Material	55
5.1.1	Pengujian Agregat Halus (Pasir).....	55
5.1.2	Pengujian Agregat Kasar (Kerikil/ <i>Split</i>).....	57
5.1.3	Pengujian Serbuk Kaca	58
5.2	Pengujian <i>Slump</i>	59
5.3	Pengujian Beton	61
5.3.1	Pengujian Kuat Tekan Beton	61
5.3.2	Pengujian Modulus Elastisitas Beton.....	62
5.3.3	Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	64
5.3.4	Pengujian Penyerapan Air Beton	66
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	68
6.1	Kesimpulan	68
6.2	Saran.....	69
	DAFTAR PUSTAKA	70
	LAMPIRAN.....	72

DAFTAR TABEL

No.	NAMA TABEL	HAL.
2.1	Kandungan kaca	7
2.2	Kandungan serbuk kaca	8
2.3	Hasil uji kuat tekan beton dengan serbuk kaca (Wibowo)	9
2.4	Hasil uji kuat tekan beton dengan bubuk kaca (Eki & Tanzil)	10
2.5	Hasil uji kuat tekan beton dengan serbuk kaca (Yulianti & Rikardus)	11
2.6	Hasil uji kuat tekan beton dengan serbuk kaca (Suwignyo)	11
2.7	Susunan unsur semen portland	15
2.8	Batas-batas gradasi agregat halus	16
2.9	Batas agregat kasar	17
2.10	Penetapan nilai <i>slump</i> adukan beton	21
2.11	Rasio kuat tekan beton pada berbagai umur	22
4.1	Kebutuhan bahan susun beton per-m ³	47
4.2	Variasi benda uji	48
5.1	Hubungan warna larutan dengan kandungan zat organik	55
5.2	Hasil pengujian nilai <i>slump</i> untuk kuat tekan dan modulus elastisitas beton	59
5.3	Hasil pengujian <i>slump</i> untuk pengujian kuat tarik belah beton	60
5.4	Hasil pengujian <i>slump</i> untuk pengujian penyerapan air beton	60
5.5	Hasil pengujian kuat tekan beton	61
5.6	Hasil pengujian modulus elastisitas beton	63
5.7	Hasil pengujian kuat tarik belah beton	64
5.8	Hasil pengujian penyerapan air beton	66

DAFTAR GAMBAR

No.	NAMA GAMBAR	HAL.
3.1	Benda Uji Silinder	23
4.1	Sistematika Metode Penelitian	29
4.2	Serbuk kaca substitusi sebagian agregat halus	30
4.3	Serbuk kaca sebagai <i>filler</i> beton	30
4.4	<i>Tintometer</i>	31
4.5	<i>Los Angeles Abrasion Machine</i>	33
4.6	Bola Baja	33
4.7	<i>Compressometer</i>	34
4.8	<i>Compression Testing Machine</i>	34
4.9	<i>Universal Testing Machine</i>	35
4.10	Pemeriksaan Zat Organik Pasir	38
4.11	Pengujian <i>Slump</i>	50
4.12	Pengujian Kuat Tekan Beton	52
4.13	Pengujian Modulus Elastisitas	53
4.14	Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	54
5.1	Diagram Perbandingan Kuat Tekan Beton	62
5.2	Diagram Perbandingan Modulus Elastisitas Beton	63
5.3	Diagram Perbandingan Kuat Tarik Belah Beton	65
5.4	Diagram Perbandingan Persentase Air Beton	67

DAFTAR NOTASI

NOTASI	ARTI
f_c'	Kuat Tekan (MPa)
P	Beban Tekan (N)
A_o	Luas penampang benda uji (mm^2)
N	Jumlah benda uji
E	Modulus elastisitas beton Tekan (MPa)
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)
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

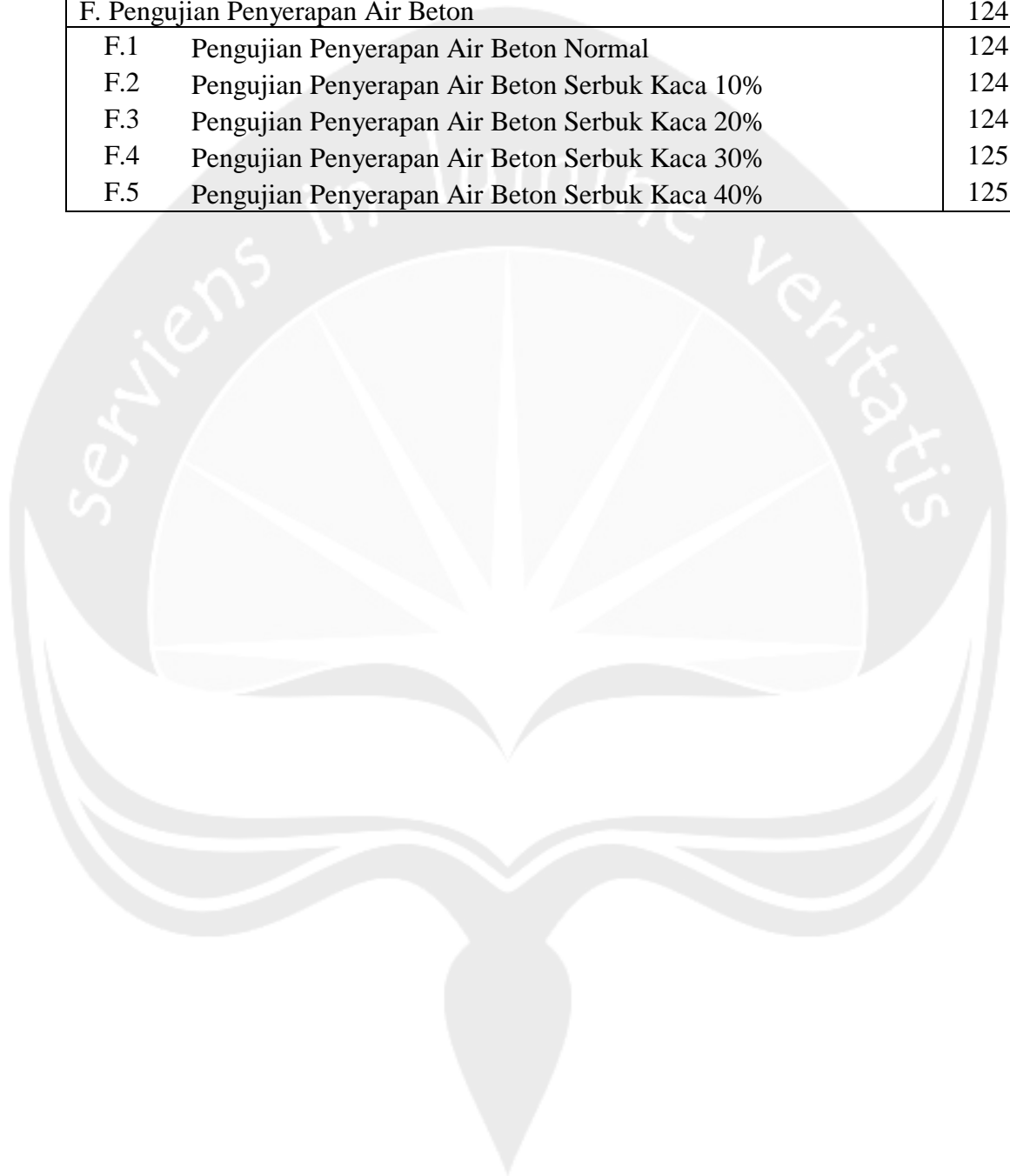
DAFTAR PERSAMAAN

PERSAMAAN	KETERANGAN	HAL.
2-1	Persamaan reaksi	6
3-1	Kuat desak	23
3-2	Modulus elastisitas beton desak (Wang & Salmon)	25
3-3	Kuat tarik belah beton (SK SNI 03-2491-2002)	26
3-4	Penyerapan air beton	27
4-1	Kadar lumpur pasir	37
4-2	Kadar air pasir	39
4-3 s/d 4-6	Berat jenis dan penyerapan pasir	40
4-7	Abrasi/keausan kerikil/ <i>split</i>	44
4-8 s/d 4-11	Berat jenis dan penyerapan kerikil/ <i>split</i>	44
4-12	Berat jenis dan penyerapan serbuk kaca	46

DAFTAR LAMPIRAN

NAMA LAMPIRAN	HAL.
A. Pengujian Bahan	72
A.1 Pemeriksaan Gradasi Besar Butiran Pasir	72
A.2 Pemeriksaan Kandungan Lumpur dalam Pasir	73
A.3 Pemeriksaan Kandungan Zat Organik dalam Pasir	74
A.4 Pemeriksaan Kadar Air pada Pasir	75
A.5 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Pasir	76
A.6 Pemeriksaan Gradasi Besar Butiran Serbuk Kaca	77
A.7 Pemeriksaan Berat Jenis Serbuk Kaca	78
A.8 Pemeriksaan Gradasi Besar Butiran <i>Split</i>	79
A.9 Pemeriksaan Kandungan Lumpur dalam <i>Split</i>	80
A.10 Pemeriksaan Kadar Air pada <i>Split</i>	81
A.11 Pemeriksaan Keausan Agregat dengan Mesin <i>Los Angeles</i>	82
A.12 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Pasir	83
B. Rencana Adukan Beton SNI	84
C. Pengujian Kuat Tekan Beton	90
C.1 Pengujian Kuat Desak Beton Normal	90
C.2 Pengujian Kuat Desak Beton Serbuk Kaca 10%	90
C.3 Pengujian Kuat Desak Beton Serbuk Kaca 20%	91
C.4 Pengujian Kuat Desak Beton Serbuk Kaca 30%	91
C.5 Pengujian Kuat Desak Beton Serbuk Kaca 40%	92
D. Pengujian Modulus Elastisitas Beton	93
D.1 Pengujian Modulus Elastisitas Beton Normal	93
D.2 Pengujian Modulus Elastisitas Beton dengan Substitusi Serbuk Kaca 10%	97
D.3 Pengujian Modulus Elastisitas Beton dengan Substitusi Serbuk Kaca 20%	103
D.4 Pengujian Modulus Elastisitas Beton dengan Substitusi Serbuk Kaca 30%	109
D.4 Pengujian Modulus Elastisitas Beton dengan Substitusi Serbuk Kaca 40%	115
E. Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	121
E.1 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Normal	121
E.2 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton dengan Substitusi Serbuk Kaca 10%	121
E.3 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton dengan Substitusi Serbuk Kaca 20%	122
E.4 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton dengan Substitusi Serbuk Kaca 30%	122

E.4	Pengujian Kuat Tarik Belah Beton dengan Substitusi Serbuk Kaca 40%	123
F. Pengujian Penyerapan Air Beton		124
F.1	Pengujian Penyerapan Air Beton Normal	124
F.2	Pengujian Penyerapan Air Beton Serbuk Kaca 10%	124
F.3	Pengujian Penyerapan Air Beton Serbuk Kaca 20%	124
F.4	Pengujian Penyerapan Air Beton Serbuk Kaca 30%	125
F.5	Pengujian Penyerapan Air Beton Serbuk Kaca 40%	125



INTISARI

“PENGARUH SERBUK KACA SEBAGAI SUBSTITUSI SEBAGIAN AGREGAT HALUS DAN SEBAGAI *FILLER* TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON”, Valentinus Denny Wiajaya, NPM: 11.02.13839, tahun 2015, 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 pengaruh substitusi sebagian agregat halus dengan limbah serbuk kaca dan dengan menambahkan serbuk kaca yang lebih halus sebagai pengisi rongga-rongga kosong pada beton atau sebagai *filler* 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 ditambah serbuk kaca halus pada masing-masing variasi benda uji 10%, 20%, 30% dan 40% sebesar 3% terhadap berat semen sebagai *filler* pada beton. 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 untuk pengujian penyerapan air beton.

Pada penelitian ini menunjukkan bahwa nilai kuat tekan tertinggi pada beton dengan substitusi 30% serbuk kaca yaitu sebesar 34,79 MPa. Nilai modulus elastisitas tertinggi pada beton dengan substitusi 10% serbuk kaca yaitu sebesar 29657,10 MPa. Nilai kuat tarik belah tertinggi pada beton dengan substitusi 40% serbuk kaca yaitu sebesar 3,16 MPa. Nilai penyerapan air beton terendah diperoleh pada beton substitusi serbuk kaca 30% sebesar 7,93%. Berdasarkan hasil pengujian, serbuk kaca layak digunakan sebagai alternatif pemanfaatan limbah kaca sebagai substitusi sebagian agregat halus pada beton.

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