

**PERILAKU MEKANIK BETON MEMANFAATKAN AGREGAT DAUR
ULANG DENGAN METODE *WATERPROOFING TREATMENT***

Laporan Tugas Akhir

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

Oleh :

CHRISYANTO DANIEL SARAGIH G.

NPM : 130215024



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
OKTOBER 2017**

PERNYATAAN

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

**PERILAKU MEKANIK BETON MEMANFAATKAN AGREGAT DAUR
ULANG DENGAN METODE *WATERPROOFING TREATMENT***

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, 17 Oktober 2017

Yang membuat pernyataan



Chrisyanto Daniel Saragih G.

NPM: 130215024

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PERILAKU MEKANIK BETON MEMANFAATKAN AGREGAT DAUR ULANG DENGAN METODE *WATERPROOFING TREATMENT*

Oleh:

Chrisyanto Daniel Saragih G.

NPM: 130215024

Telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta, 18 - 10 - 2017

Pembimbing



(Anggun Tri A., S.T., M.Eng)

Disahkan oleh:

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



FAKULTAS
TEKNIK

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

PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir

PERILAKU MEKANIK BETON MEMANFAATKAN AGREGAT DAUR ULANG DENGAN METODE *WATERPROOFING TREATMENT*



CHRISYANTO DANIEL SARAGIH G.

NPM: 130215024

Nama	Tanggal	Tanda Tangan
Ketua : Anggun Tri A., S.T., M.Eng	18 / 10 2017	
Sekretaris : Angelina Eva L., S.T., M.T.	17/10 - 2017	
Anggota : Dinar Gumilang J., S.T., M.Eng.	17/10 2017	

Percayalah kepada Tuhan dengan segenap hatimu, dan janganlah bersandar kepada pengertianmu sendiri. (Amsal 3 : 5)

Sebab segala sesuatu adalah dari Dia, dan oleh Dia, dan Kepada Dia : Bagi Dialah kemuliaan sampai selamanya! (Roma 11 : 36)

DIBERKATI UNTUK MEMBERKATI

Laporan tugas akhir ini saya persembahkan untuk Tuhan Yesus, orang tua, kakak, keluarga dan sahabat – sahabat yang membantu saya dalam penyelesaian tugas akhir ini.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “PERILAKU MEKANIK BETON MEMANFAATKAN AGREGAT DAUR ULANG DENGAN METODE *WATERPROOFING TREATMENT*” ini dengan baik.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang pendidikan tinggi Program Strata-1 (S-1) di Program Studi Teknik Sipil, fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Dalam menyusun Tugas Akhir ini penulis telah mendapat banyak bimbingan, bantuan, dan dorongan moral dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Bapak Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta
2. Bapak J. Januar Sudjati, S.T, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Ibu Anggun Tri A. S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk memberikan petunjuk dan membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

4. Bapak Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng., selaku koodinator Tugas Akhir bidang peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
5. Bapak V. Sukaryantara, selaku Staf Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan yang telah membantu dan memberi saran selama pengujian Tugas Akhir ini.
6. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mengajarkan berbagai macam ilmu pengetahuan dalam bidang teknik sipil.
7. Kedua orang tua serta saudara yang telah mendukung baik secara langsung maupun melalui doa dan kasih sayang sehingga dalam pembuatan skripsi ini dapat berjalan dengan lancar.
8. Teman seperjuangan Tugas Akhir Mario Stevenson Mozes, Rio Ardy dan Febrian Yafet.
9. Teman-teman Teknik Sipil 2013 Dani, Dika, Jordy, Prima, Yerri, Richardo, Rieno, Rony, Yosua, William, Tomo, Aprin, Nitho, Even, Agung, Rio, Hara, Robin, Zerico dan Zarens.
10. Senior saya yang memberikan motivasi dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
11. Teman-teman Teknik Sipil 2013 terutama kelas G yang sudah memberikan dukungan dalam pelaksanaan Tugas Akhir.
12. Teman-teman yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan dalam penulisan Tugas Akhir.

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, Oktober 2017

CHRISYANTO DANIEL SARAGIH G.

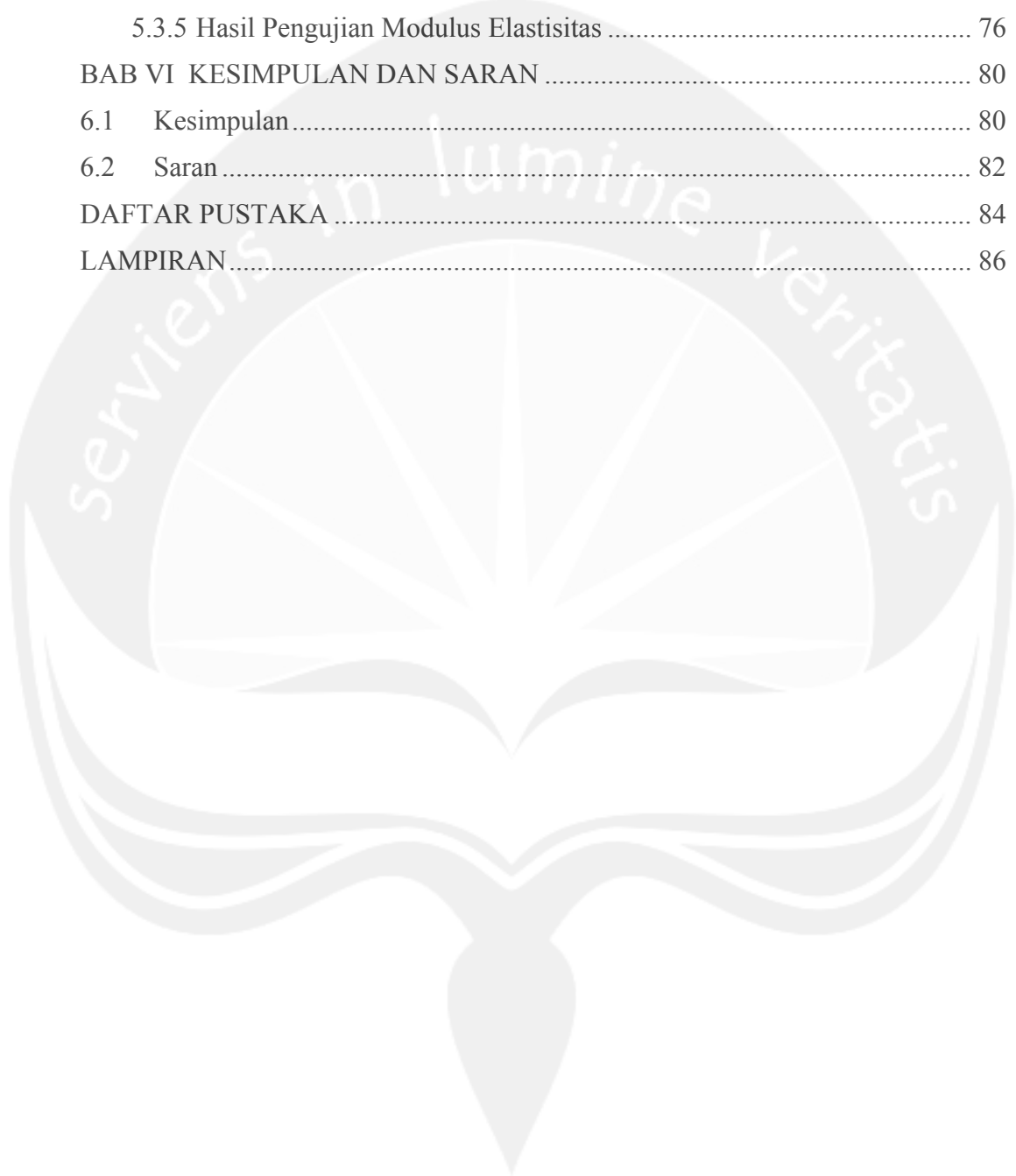
NPM: 130215024

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR NOTASI.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
INTISARI.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Keaslian Tugas Akhir.....	5
1.5 Tujuan Tugas Akhir.....	5
1.6 Manfaat Tugas Akhir.....	5
1.7 Lokasi Pelaksanaan Tugas Akhir.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Umum.....	7
2.2 Beberapa Penelitian Mengenai Beton Agregat Daur Ulang.....	9
BAB III LANDASAN TEORI.....	12
3.1 Beton.....	12
3.2 Bahan Pembuat Beton.....	14
3.2.1 Semen.....	14
3.2.2 Air.....	15
3.2.3 Kerikil.....	16
3.2.4 Bahan Tambah.....	18

3.3	Beton Agregat Daur Ulang	20
3.4	<i>Sikagard – 800 G</i>	21
3.5	Pengujian Kuat Tekan	22
3.6	Pengujian Kuat Tarik Belah	22
3.7	Pengujian Modulus Elastisitas	23
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN		24
4.1.	Umum.....	24
4.2.	Tahap Penelitian.....	25
4.3.	Tahap Persiapan Alat dan Bahan	26
4.4.	Benda Uji	35
4.5.	Tahap Pemeriksaan Bahan	36
4.5.1.	Pengujian Agregat Halus	36
4.5.2.	Pengujian Agregat Kasar	43
4.6.	Tahap Pembuatan Benda Uji.....	54
4.6.1.	Pembuatan <i>Mix Design</i>	54
4.6.2.	Pengujian <i>Slump</i>	55
4.6.3.	Pengecoran Benda Uji	55
4.7.	Tahap Perawatan Benda Uji.....	55
4.8.	Tahap Pengujian Benda Uji	56
4.8.1.	Pengujian Kuat Tekan Beton.....	56
4.8.2.	Pengujian Kuat Tarik Belah Beton.....	57
4.8.3.	Pengujian Modulus Elastisitas.....	57
4.9.	Tahap Analisis Data	58
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		59
5.1	Pengujian Bahan Campuran Beton.....	59
5.1.1	Pengujian agregat halus	59
5.1.2	Pengujian agregat kasar	60
5.1.3	Pengujian agregat daur ulang	60
5.1.4	Pengujian agregat daur ulang dengan <i>waterproofing treatment</i>	61
5.2	Kebutuhan Bahan Adukan Beton	62
5.3	Hasil Pengujian.....	64
5.3.1	Hasil Pengujian <i>Slump</i>	64

5.3.2 Hasil Pengujian Berat Volume Beton.....	65
5.3.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	68
5.3.4 Hasil Pengujian Tarik Beton.....	73
5.3.5 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas	76
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	80
6.1 Kesimpulan.....	80
6.2 Saran	82
DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN	86



DAFTAR TABEL

No.	Nama Tabel	Hal.
3.1	Unsur Beton	12
3.2	Gradasi Saringan Ideal Agregat Halus	17
3.3	Gradasi Saringan Ideal Agregat Kasar	18
4.1	Jumlah Benda Uji	36
5.1	Hasil Pengujian Agregat Halus	59
5.2	Hasil Pengujian Agregat Kasar	60
5.3	Hasil Pengujian Agregat Daur Ulang	61
5.4	Hasil Pengujian Agregat Daur Ulang dengan <i>waterproofing treatment</i>	62
5.5	Proporsi Campuran Adukan Beton Per m ³ untuk Setiap Variasi	62
5.6	Proporsi Campuran Adukan Beton untuk Setiap Variasi Per Satu Kali Adukan	63
5.7	Hasil Pengujian <i>Slump</i>	64
5.8	Berat Jenis Beton	66
5.9	Kuat Tekan Beton	69
5.10	Kuat Tarik Beton	73
5.11	Modulus Elastisitas Beton	76

DAFTAR GAMBAR

No	Nama Gambar	Hal
4.1	Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian	25
4.2	Gelas Ukur	26
4.3	Timbangan	27
4.4	Kerucut Abrams	27
4.5	Molen	28
4.6	Oven	28
4.7	Cetakan Silinder	29
4.8	Saringan dan Mesin Pengayak	29
4.9	Kaliper	30
4.10	Mesin Universal Testing Machine	30
4.11	<i>Compressometer</i>	31
4.12	Mesin Desak ELE	31
4.13	<i>Tintometer</i>	32
4.14	Semen PPC	33
4.15	Agregat Halus	33
4.16	Agregat Kasar	34
4.17	<i>Sikagard – 800 G</i>	34
4.18	Pengujian Kandungan Lumpur dalam Pasir	37
4.19	Pengujian Kandungan Zat Organik dalam Pasir	38
4.20	Ukuran Benda Uji Silinder	46
5.1	Kuat tekan Beton 28 hari	71
5.2	Grafik hubungan fas dan kuat tekan	72
5.3	Kuat tarik Beton 28 hari	74
5.4	Grafik hubungan fas dan kuat tarik	75
5.5	Modulus Elastisitas Beton 28 hari	78
5.6	Grafik hubungan fas dan modulus elastisitas	78

DAFTAR NOTASI

Notasi	Arti Notasi
MPa	Mega Pascal
RCA	<i>Recycled Concrete Agregate</i>
ACI	<i>American Concrete Institute</i>
ASTM	<i>Association of Standard Testing Materials</i>
$f'c$	Kuat tekan beton
P	Beban tekan
A	Luas bidang tekan benda uji
f_{ct}	Kuat tarik beton
L	Tinggi silinder beton
D	Diameter silinder beton
E_c	Modulus elastisitas beton
f_p	Tegangan
ϵ_p	Regangan
PPC	<i>Portland Pozzolan Cement</i>
SSD	<i>Saturated Surface Dry</i>
BN	Beton non serat
WT	<i>Waterproofing Treatment</i>

DAFTAR LAMPIRAN

Kode. Lampiran	Nama Gambar	Hal.
A1	Pengujian Kandungan Lumpur Agregat Halus	87
A2	Pengujian Kandungan Zat Organik Agregat Halus	88
A3	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	89
A4	Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus	90
A5	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	91
A6	Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar	92
A7	Pengujian Keausan Agregat Kasar dengan Mesin <i>Los Angeles Abrasion</i>	93
A8	Pengujian Keausan Agregat Daur Ulang dengan Mesin <i>Los Angeles Abrasion</i>	94
B1	Rencana Adukan Beton (<i>Mix Design</i>)	95
C1	Pemeriksaan Berat Jenis Beton	100
C2	Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton	103
C3	Pengujian Kuat Tarik Silinder Beton	105
C4	Pengujian Modulus Elastisitas Silinder Beton	106
D	Dokumentasi Penelitian	136

INTISARI

PERILAKU MEKANIK BETON MEMANFAATKAN AGREGAT DAUR ULANG DENGAN METODE WATERPROOFING TREATMENT, Chrisyanto Daniel Saragih G., NPM 130215024 Tahun 2017, Bidang Peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Beton dengan agregat daur ulang, biasa disebut dengan *Recycled Concrete Agregate* (RCA) adalah beton yang diproses ulang untuk dimanfaatkan kembali menjadi agregat daur ulang baru yang berasal dari limbah beton sebagai pengganti agregat alam sebagian atau seluruhnya dan dapat mengurangi limbah konstruksi terutama pada limbah konstruksi bekas benda uji beton sehingga menjadikannya beton yang ramah lingkungan. Permasalahan agregat daur ulang ini adalah daya serap air yang tinggi, sehingga apabila digunakan sebagai campuran beton cenderung untuk menyerap air dan menjadikan campuran beton memiliki kelecakan rendah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji *waterproofing treatment* dengan metode *spray* agar agregat daur ulang ini mempunyai absorpsi yang rendah terhadap air dan untuk mengetahui perilaku mekanik beton agregat daur ulang yang telah dilapisi *waterproofing treatment* maupun yang tidak dilapisi.

Material yang digunakan pada *waterproofing treatment* berbahan dasar *Acrylic*. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder yang berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 45 buah untuk beton normal dan beton agregat daur ulang. Pengujian kuat tekan, kuat tarik serta modulus elastisitas beton dilakukan pada umur 28 hari. Pengujian kelecakan beton dengan agregat daur ulang yang telah diberi *waterproofing treatment* juga dilakukan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *waterproofing treatment* yang digunakan mengurangi penyerapan air agregat daur ulang dari 7,96% menjadi 2,96%. Hasil pengujian menunjukkan nilai kuat tekan rerata beton $f'_c = 32.6$ MPa, 34.2 MPa, 35 MPa, 33.2 MPa, dan 34 MPa untuk masing-masing campuran agregat daur ulang 0% RCA, 50% RCA tanpa WT, 50% RCA dengan WT, 100% RCA tanpa WT dan 100% RCA dengan WT. Untuk nilai kuat tarik belah rerata $f_{ct} = 2.89$ MPa, 3.09 MPa, 3.17 MPa, 2.9 MPa, dan 3.15 MPa. Sedangkan Modulus Elastisitas rerata beton $E_c = 25243.2$ MPa, 23263.7 MPa, 26321.3 MPa, 22080.8 MPa dan 22233.5 MPa. Beton agregat ulang yang telah diberikan *waterproofing treatment* dapat menambah kekuatan beton terutama pada kuat tekan dan tarik melebihi beton normal. Kadar optimum beton agregat ulang dalam penelitian ini adalah pada kadar 50% dengan WT.

Kata Kunci : agregat daur ulang, RCA, waterproofing treatment, kuat tekan, kuat tarik, modulus elastisitas.