

**PENGARUH FAKTOR AIR SEMEN PADA BETON NON
PASIR MENGGUNAKAN AGREGAT DAUR ULANG
DENGAN METODE *TWO STAGE MIXING APPROACH*
(TSMA)**

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

Oleh :
COSMAS DAMIANUS EDGARD ROBO
NPM. : 140215450



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

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa

Tugas Akhir dengan judul :

PENGARUH FAKTOR AIR SEMEN PADA BETON NON PASIR MENGGUNAKAN AGREGAT DAUR ULANG DENGAN METODE *TWO STAGE MIXING APPROACH* (TSMA)

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 2018

Yang membuat pernyataan,



Cosmas Damianus Edgard Robo

**PENGARUH FAKTOR AIR SEMEN PADA BETON NON
PASIR MENGGUNAKAN AGREGAT DAUR ULANG
DENGAN METODE *TWO STAGE MIXING APPROACH*
(TSMA)**

Oleh :

COSMAS DAMIANUS EDGARD ROBO

NPM. : 140215450

telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta, 24 Juli 2018

Pembimbing

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

Disahkan oleh :

Program Studi Teknik Sipil

Ketua

(Ir. AY. Harijanto S, M.Eng., Ph.D.)

PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir

PENGARUH FAKTOR AIR SEMEN PADA BETON NON PASIR MENGGUNAKAN AGREGAT DAUR ULANG DENGAN METODE *TWO STAGE MIXING APPROACH* (TSMA)



COSMAS DAMIANUS EDGARD ROBO

NPM. : 140215450

Telah diuji dan disetujui oleh

	Nama	Tanggal	Tanda Tangan
Ketua	: Anggun Tri Atmajayanti, S.T., M.Eng.	24/7 2018	
Sekretaris	: Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D.	24/7/18	
Anggota	: Ir. Haryanto YW., M.T.	24/7 -18	

SEBAB ITU APAKAH YANG AKAN KITA KATAKAN TENTANG
SEMUANNYA ITU? JIKA ALLAH DI PIHAK KITA, SIAPAKAH YANG
AKAN MELAWAN KITA?

ROMA 8 : 31



KATA HANTAR

Pada kesempatan pertama penulis menyampaikan Puji dan Syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan kasihNya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Adapun tujuan penulisan Tugas Akhir dengan judul **“PENGARUH FAKTOR AIR SEMEN PADA BETON NON PASIR MENGGUNAKAN AGREGAT DAUR ULANG DENGAN METODE *TWO STAGE MIXING APPROACH* (TSMA)”** adalah untuk melengkapi syarat untuk menyelesaikan jenjang pendidikan tinggi Program Strata-1 (S-1) di Program Studi Teknik, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Harapan penulis melalui Tugas Akhir ini adalah agar semakin menambah serta memperdalam ilmu pengetahuan dalam bidang Teknik Sipil baik bagi penulis maupun pihak lain.

Selanjutnya, pada kesempatan ini penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung penulis selama mengerjakan Tugas Akhir ini. Secara khusus penulis mengucapkan terima kasih kepada beberapa pihak berikut ini.

1. Ibu Sushardjanti Felasari S.T., MSC.CAED., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Bapak Ir. AY. Harijanto S, M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya.
3. Bapak Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Program Kekhususan Struktur.

4. Ibu Anggun Tri Atmajayanti, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah dengan sabar meluangkan waktu untuk memberikan petunjuk dan membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak V. Sukaryantara, selaku Staf Laboratorium Stuktur dan Bahan Bangunan Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah banyak membantu penulis selama proses penelitian.
6. Para dosen di Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mendidik dan membagikan ilmu kepada penulis.
7. Kedua orangtua yang selalu memberi dukungan, doa, perhatian, dan semangat kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Teman-teman seperjuangan yang telah membantu penulis mulai dari proses *mixing*, pengujian, hingga penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
9. 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 2018

Cosmas Damianus Edagrd Robo
NPM. : 140215450

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA HANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR NOTASI.....	xii
DAFTAR PERSAMAAN.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
INTISARI	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Keaslian Penelitian.....	5
1.5 Tujuan Penelitian.....	5
1.6 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
BAB III LANDASAN TEORI.....	11
3.1 Beton Non Pasir	11
3.2 Material Penyusun Beton Non Pasir	11
3.2.1 Semen <i>Portland</i>	12
3.2.2 Agregat Kasar.....	12
3.2.3 Air.....	13
3.3 <i>Fly Ash</i>	14
3.4 Faktor Air Semen	15
3.5 Agregat Daur Ulang	16
3.6 <i>Two Stage Mixing Approach</i> (TSMA)	17
3.7 Kuat Tekan	18
3.8 Porositas	19
3.9 Permeabilitas	19
3.10 Analisis Data Statistik	20
3.10.1 <i>Analysis of Variance</i> (ANOVA)	20
3.10.2 Jenis ANOVA	20
3.10.3 Langkah pengujian analisis variasi dua arah.....	21
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	24
4.1 Umum.....	24
4.2 Alat dan Bahan Penelitian	24

4.2.1	Alat Penelitian	24
4.2.2	Bahan Penelitian.....	26
4.3	Pengujian Bahan.....	26
4.4	Benda Uji Penelitian.....	27
4.5	Proses <i>Mixing</i> dengan Metode TSMA	28
4.6	Pengujian Benda Uji.....	29
4.7	Metode Pengolahan Data	29
4.8	Kerangka Penelitian	30
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN		32
5.1	Pengujian Bahan dan Material	32
5.1.1	Pengujian Agregat Kasar Alam dan Agregat Kasar Daur Ulang	32
5.1.2	Pengujian <i>Fly Ash</i>	33
5.2	Kebutuhan Bahan Adukan Beton	34
5.3	Pengujian <i>Slump</i>	34
5.4	Berat Jenis Beton Non Pasir	36
5.5	Kuat Tekan Beton Non Pasir	38
5.6	Porositas Beton Non Pasir	43
5.7	Permeabilitas Beton Non Pasir	46
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		49
6.1	Kesimpulan.....	49
6.2	Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA		52
LAMPIRAN		54

DAFTAR TABEL

NO.	NAMA TABEL	HAL
Tabel 3.1	Tabel ANOVA	22
Tabel 4.1	Variasi Campuran Benda Uji Beton Non Pasir	28
Tabel 5.1	Hasil Pengujian Agregat Alam	33
Tabel 5.2	Hasil Pengujian Agregat Daur Ulang	33
Tabel 5.3	Kebutuhan Bahan Adukan Beton	34
Tabel 5.4	Hasil Pengujian <i>Slump</i>	35
Tabel 5.5	Hasil Pengujian Berat Jenis Beton Non Pasir	37
Tabel 5.6	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir	38
Tabel 5.7	<i>Output</i> ANOVA dengan Minitab (Kuat Tekan)	41
Tabel 5.8	Persentase Penurunan Kuat Tekan Beton Non Pasir	42
Tabel 5.9	Hasil Pengujian Porositas Beton Non Pasir	43
Tabel 5.10	<i>Output</i> ANOVA dengan Minitab (Porositas)	44
Tabel 5.11	Hasil Pengujian Permeabilitas Beton Non Pasir	46
Tabel 5.12	<i>Output</i> ANOVA dengan Minitab (Permeabilitas)	47

DAFTAR GAMBAR

NO.	NAMA GAMBAR	HAL
Gambar 4.1	Ilustrasi TSMA (Sumber : Tam, dkk, 2005)	28
Gambar 4.2	Kerangka Penelitian	31
Gambar 5.1	Pengujian <i>Slump</i> pada Beton Non Pasir dengan Fas 0,3	36
Gambar 5.2	Pengujian <i>Slump</i> pada Beton Non Pasir dengan Fas 0,4	36
Gambar 5.3	Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir	39
Gambar 5.4	Grafik Hasil Pengujian Porositas Beton Non Pasir	44
Gambar 5.5	Benda Uji Porositas (Kiri : Fas 0,4 dan Kanan : Fas 0,3)	45
Gambar 5.6	Grafik Hasil Pengujian Permeabilitas Beton Non Pasir	47



DAFTAR NOTASI

NOTASI	ARTI
$f'c$	Kuat tekan beton (N/mm ²)
P	Beban tekan maksimum (N)
A	Luas bidang tekan benda uji (mm ²)
ve	Porositas efektif (%)
$m1$	Berat benda uji kering oven selama 24 jam (g)
$m2$	Berat benda uji jenuh air dalam air (g)
ρ_w	Berat jenis air (g/cm ³)
v	Volume benda uji (cm ³)
k	Koefisien permeabilitas (mm/s)
a	Luas pipa (mm ²)
L	Tinggi benda uji (mm)
A	Luas permukaan benda uji (mm ²)
t	Waktu air turun dari h_0 ke h_1 (s)
h_0	Tinggi air awal (mm)
h_1	Tinggi air akhir (mm)

DAFTAR PERSAMAAN

PERSAMAAN	KETERANGAN	HAL
(3-1)	Kuat tekan beton	18
(3-2)	Porositas efektif	19
(3-3)	Koefisien permeabilitas	20



DAFTAR LAMPIRAN

NAMA LAMPIRAN	HAL
A. Pengujian Bahan	55
A.I. Pengujian Kandungan Lumpur Agregat Kasar Alam	55
A.II. Pengujian Kandungan Lumpur Agregat Kasar Daur Ulang	56
A.III. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar Alam	57
A.IV. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar Daur Ulang	58
A.V. Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar Alam	59
A.VI. Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar Daur Ulang	60
A.VII. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	61
A.VIII. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar Daur Ulang	62
A.IX. Pemeriksaan Abrasi dan Keausan Agregat Kasar Alam	63
A.X. Pemeriksaan Abrasi dan Keausan Agregat Kasar Daur Ulang	64
A.XI. Pengujian <i>Fly Ash</i>	65
B. Rencana Adukan Beton Non Pasir	66
B.I. Rencana Adukan Beton Non Pasir untuk Pengujian Kuat Tekan	66
B.II. Rencana Adukan Beton Non Pasir untuk Pengujian Porositas dan Permeabilitas	68
C. Pengujian Beton Non Pasir	70
C.I. Pengujian Berat Jenis Beton Non Pasir	70
C.II. Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir	71
C.III. Pengujian Porositas Beton Non Pasir	72
C.IV. Pengujian Permeabilitas Beton Non Pasir	73
D. <i>Output</i> ANOVA dengan <i>Software</i> Minitab Versi 18	74
D.I. <i>Output</i> ANOVA untuk Kuat Tekan	74
D.II. <i>Output</i> ANOVA untuk Porositas	74
D.III. <i>Output</i> ANOVA untuk Permeabilitas	75
E. Dokumentasi	75
E.I. Dokumentasi Alat - Alat Penelitian	75
E.II. Dokumentasi Bahan – Bahan Penelitian	78
E.III. Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian	79

INTISARI

“PENGARUH FAKTOR AIR SEMEN PADA BETON NON PASIR MENGGUNAKAN AGREGAT DAUR ULANG DENGAN METODE TWO STAGE MIXING APPROACH (TSMA)”, Cosmas Damianus Edgard Robo, NPM.: 140215450, tahun 2018, Bidang Peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Beton non pasir (*no fines concrete*) ialah salah satu bentuk inovasi beton yang tergolong dalam beton ringan. Sesuai dengan namanya, beton non pasir tidak menggunakan agregat halus dalam pembuatannya. Akibatnya, beton yang dihasilkan menjadi berpori dan bobot beton berkurang. Aplikasi beton non pasir sebagai *pavement* dapat mengatasi masalah banjir yang sering terjadi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh faktor air semen pada beton non pasir menggunakan agregat daur ulang dengan metode *Two Stage Mixing Approach* (TSMA) terhadap kuat tekan, porositas, dan permeabilitas beton non pasir.

Pembuatan benda uji menggunakan perbandingan agregat dan semen 4 : 1. Ukuran agregat kasar maksimum, baik untuk agregat kasar alam maupun agregat kasar daur ulang sebesar 20 mm. Pada penelitian ini menggunakan 2 variasi fas yakni 0,3 dan 0,4. Variasi komposisi agregat daur ulang sebesar 0%, 25%, 50%, dan 75% dari berat agregat kasar alam. Untuk meningkatkan *workability* beton non pasir menggunakan *fly ash* sebesar 20% dari berat semen.

Hasil pengujian kuat tekan didapat kuat tekan beton non pasir pada fas 0,3 dengan substitusi agregat daur ulang sebesar 0%, 25%, 50%, dan 75% masing-masing sebesar 9,848, 9,688, 9,471, dan 8,251 MPa. Sedangkan pada fas 0,4 dengan substitusi agregat daur ulang sebesar 0%, 25%, 50%, dan 75% diperoleh nilai kuat tekan sebesar 6,698, 6,021, 5,813, dan 5,384 MPa. Hasil pengujian porositas beton non pasir pada fas 0,3 dengan substitusi agregat daur ulang sebesar 0%, 25%, 50%, dan 75% masing-masing sebesar 32,869, 36,492, 38,149, dan 41,305%. Sedangkan pada fas 0,4 dengan substitusi agregat daur ulang sebesar 0%, 25%, 50%, dan 75% diperoleh porositas sebesar 29,826, 34,931, 35,167, dan 36,174%. Hasil pengujian porositas beton non pasir pada fas 0,3 dengan substitusi agregat daur ulang sebesar 0%, 25%, 50%, dan 75% masing-masing sebesar 12,084, 14,035, 13,682, dan 14,423 mm/s. Sedangkan pada fas 0,4 dengan substitusi agregat daur ulang sebesar 0%, 25%, 50%, dan 75% diperoleh permeabilitas sebesar 4,580, 1,753, 3,252, dan 2,229 mm/s. Dari hasil penelitian tersebut diketahui bahwa faktor air semen memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kuat tekan, porositas, dan permeabilitas beton non pasir. Sedangkan substitusi agregat daur ulang memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kuat tekan dan porositas tetapi tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap permeabilitas beton non pasir,

Kata Kunci : Beton non pasir, agregat daur ulang, fas, TSMA, *fly ash*, kuat tekan, porositas, permeabilitas.