

**PENGARUH VARIASI *FLY ASH* SEBAGAI BAHAN  
SUBSTITUSI SEBAGIAN SEMEN TERHADAP SIFAT  
MEKANIK BETON DENGAN PERLAKUAN *CURING*  
AIR LAUT**

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

Oleh :

**MARIA FRANSISCA NOBELLA**

**NPM : 150215930**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA  
JANUARI 2019**

## PERNYATAAN

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

### **PENGARUH VARIASI *FLY ASH* SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI SEBAGIAN SEMEN TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON DENGAN PERLAKUAN *CURING* AIR LAUT**

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, 16 Januari 2019

Yang membuat pernyataan



(Maria Fransisca Nobella)

**PENGESAHAN**

**Laporan Tugas Akhir**

**PENGARUH VARIASI *FLY ASH* SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI  
SEBAGIAN SEMEN TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON DENGAN  
PERLAKUAN *CURING AIR LAUT***

Oleh:

**MARIA FRANSISCA NOBELLA**

**NPM : 150215930**

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing

Yogyakarta, 21-1-2019

Pembimbing

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

Disahkan oleh:

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



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

## PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

### PENGARUH VARIASI *FLY ASH* SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI SEBAGIAN SEMEN TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON DENGAN PERLAKUAN *CURING* AIR LAUT



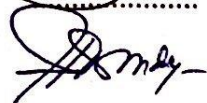


Oleh:

MARIA FRANSISCA NOBELLA

NPM. : 150215930

Telah diuji dan disetujui oleh

	Nama	Tanda tangan	Tanggal
Ketua	: Johanes Januar Sudjati, S.T., M.T.		24/1-19
Sekretaris	: Dr. Ir. FX. Junaedi Utomo, M.Eng.		22/1/19
Anggota	: Siswadi, S.T., M.T.		22/01 2019



*Jugas Akhir ini saya persembahkan kepada  
Kedua orang tua, kakak dan mas Bas di rumah, serta  
teman-teman semua yang telah membantu dan berproses bersama.*

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, bimbingan dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat dengan lancar dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini. Adapun tujuan penulisan Tugas Akhir dengan judul **“PENGARUH VARIASI *FLY ASH* SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI SEBAGIAN SEMEN TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON DENGAN PERLAKUAN *CURING AIR LAUT*”** ini adalah untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

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 kepada:

1. Ibu Sushardjanti Felasari, S.T., M.Sc.CAED., Ph.d., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Bapak Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Bapak Johanes Januar Sudjati, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

4. Bapak Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D., selaku Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan dan Koordinator Tugas Akhir Bidang Struktur yang telah membantu dan membimbing proses administrasi Tugas Akhir ini.
5. Bapak V. Sukaryantara, selaku Staf Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
6. Bapak Beni Antana, selaku staf Laboratorium Transportasi Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
7. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mengajarkan berbagai macam ilmu pengetahuan dalam bidang teknik sipil selama kurang lebih 3,5 tahun ini.
8. Kedua orang tua dan kakak di rumah yang telah banyak membantu dalam segala hal, mendukung, mendoakan serta memberikan dorongan, semangat dan kasih sayang yang tiada henti sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Baskoro Abdi Praja, selaku kekasih yang selalu menyemangati, mendoakan dan membantu dalam segala hal selama pengerjaan Tugas Akhir ini,
10. Teman seperjuangan Tugas Akhir, Tania Octaviani, I Putu Dede Narendra, Andhika Mahendra, Tata, Ratna, Tunju, Selo, Dera, Dito, dan Edi yang telah berjuang bersama dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini tanpa mengenal lelah dan tanpa putus semangat.
11. Teman-teman HMS Akademis dan kepanitiaan lainnya Tsuyoshi, Deri, Naufal, Fide, Fredi, Yohanes, Honggo, Epen.



12. Teman-teman Asisten Laboratorium Mekanika Tanah serta para praktikan yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.

13. Teman-teman senasib sepenanggungan Teknik Sipil UAJY angkatan 2015 yang telah membantu proses pembelajaran di Universitas Atma Jaya Yogyakarta ini.

14. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan dukungan dalam penulisan Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kemajuan penulis di masa yang akan datang.

Akhir kata penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Yogyakarta, 16 Januari 2019

Maria Fransisca Nobella

NPM : 150215930



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI</b> .....	iv
<b>HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	xii
<b>DAFTAR PERSAMAAN</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>INTISARI</b> .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
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 .....	6
1.7. Lokasi Penelitian.....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Beton .....	7
2.2. Bahan Penyusun Beton .....	8
2.2.1. Semen .....	8
2.2.2. Air .....	11
2.2.3. Agregat .....	12
2.2.4. Bahan Tambah.....	14
2.3. Fly Ash.....	17
2.4. Perawatan ( <i>Curing</i> ) Dengan Air Laut.....	19
2.4.1. Air Laut.....	20
2.5. Beberapa Penelitian Terkait.....	21
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b>	
3.1. Pengujian Kuat Tekan.....	24
3.2. Pengujian Modulus Elastisitas .....	25
3.3. Pengujian Kuat Tarik Belah.....	25
3.4. Pengujian Absorpsi .....	26
<b>BAB IV METODOLOGI PENELITIAN</b>	
4.1. Umum .....	28

4.2.	Kerangka Penelitian .....	28
4.3.	Tahap Persiapan .....	30
4.3.1.	Bahan .....	30
4.3.2.	Peralatan Penelitian .....	32
4.4.	Tahap Pemeriksaan Bahan .....	36
4.4.1.	Pengujian Agregat Halus .....	36
4.4.2.	Pengujian Agregat Kasar .....	42
4.5.	Tahap Pembuatan Benda Uji dan Pengujian Beton Segar .....	46
4.5.1.	Pembuatan Mix Design .....	48
4.5.2.	Pengecoran Benda Uji .....	48
4.6.	Tahap Perawatan Benda Uji.....	49
4.7.	Tahap Pengujian Benda Uji .....	49
4.7.1.	Pengujian Kuat Tekan Beton .....	49
4.7.2.	Pengujian Modulus Elastisitas Beton .....	50
4.7.3.	Pengujian Kuat Tarik Belah Beton .....	50
4.7.4.	Pengujian Absorpsi.....	51
4.8.	Tahap Analisis Data .....	51
4.9.	Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	52
<b>BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>		
5.1.	Pengujian Bahan Campuran Beton .....	53
5.1.1.	Pengujian Agregat Halus .....	53
5.1.2.	Pengujian Agregat Kasar .....	53
5.2.	Kebutuhan Bahan Adukan Beton.....	55
5.3.	Pengujian Sifat Mekanik.....	56
5.3.1.	Pengujian Kuat Tekan .....	56
5.3.2.	Pengujian Modulus Elastisitas.....	59
5.3.3.	Pengujian Kuat Tarik Belah .....	62
5.3.3.	Pengujian Kadar Penyerapan (Absorpsi).....	64
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
6.1.	Kesimpulan .....	68
6.2.	Saran .....	69
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>70</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>72</b>

## DAFTAR TABEL

No.	Nama Tabel	Hal.
2.1	Perkiraan salinitas di beberapa Laut.	20
4.1	Variasi Benda Uji	47
4.2	Jadwal Pelaksanaan Penelitian	52
5.1	Hasil Pengujian Agregat Halus	54
5.2	Hasil Pengujian Agregat Kasar	54
5.3	Proporsi Campuran Adukan Beton untuk Setiap Variasi Per m <sup>3</sup>	55
5.4	Proporsi Campuran Adukan Beton untuk Setiap Variasi Per Satu Kali Adukan	56
5.5	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	57
5.6	Hasil Pengujian Modulus Elastisitas	61
5.7	Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah	63
5.8	Hasil Pengujian Kadar Penyerapan Air Pada Beton	65

## DAFTAR GAMBAR

No.	Nama Gambar	Hal.
3.1	Uji Kuat Tekan Beton pada Benda Uji Silinder	24
4.1	Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian	29
4.2	Semen PPC “Bima”	30
4.3	Agregat Halus	31
4.4	Agregat Kasar	31
4.5	<i>Concrete Mixer</i>	33
4.6	<i>Compression Testing Machine</i>	34
4.7	Mesin <i>Los Angeles Abrasion</i>	34
4.8	<i>Universal Testing Machine (UTM)</i>	35
4.9	Alat <i>Capping</i> Beton	35
4.10	Pengujian Kandungan Lumpur dalam Pasir	37
4.11	Pengujian Kandungan Zat Organik dalam Pasir	38

## DAFTAR NOTASI

Notasi	Arti
$f'_c$	Kuat Tekan Beton
P	Beban Tekan
A	Luas Bidang Tekan Benda Uji
T	Kuat Tarik Belah
L	Tinggi Silinder Beton
D	Diameter Silinder Beton
w	Penyerapan Air
$w_w$	Berat Beton SSD
$w_s$	Berat Beton Kering
$\sigma$	Tegangan
$\varepsilon$	Regangan
$E_c$	Modulus Elastisitas
$w_c$	Berat Beton

## DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan	Keterangan	Hal.
2-1	Proses Kimia Panas Hidrasi Semen	10
2-2	Proses Kimia Panas Hidrasi Semen	10
3-1	Kuat Tekan Beton	24
3-2	Modulus Elastisitas	25
3-3	Tarik Belah Beton	25
3-4	Absorpsi	26
4-1	Kandungan Lumpur	37
4-2	Berat Jenis <i>Bulk</i>	40
4-3	Berat Jenis SSD	40
4-4	Berat Jenis Semu	40
4-5	Penyerapan	40
4-6	MHB	42
4-7	Keausan	46

## DAFTAR LAMPIRAN

Nama Lampiran	Hal.
A. Hasil Pengujian	72-82
B. Rencana Adukan Beton ( <i>Mix Design</i> )	83-87
C. Hasil Pengujian Benda Uji	88-128
D. Dokumentasi	129-131





## INTISARI

**PENGARUH VARIASI *FLY ASH* SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI SEBAGIAN SEMEN TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON DENGAN PERLAKUAN *CURING* AIR LAUT**, Maria Fransisca Nobella, NPM 150215930, Tahun 2019, Bidang Peminata Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Pembangunan bangunan laut dan infrastruktur seperti jembatan, *jetties*, pemecah ombak, dan dermaga pasti akan selalu mengalami kontak dengan air laut, sehingga diperlukan bahan bangunan yang tahan terhadap air laut. Beton menjadi bahan bangunan yang tepat untuk digunakan di lingkungan agresif, seperti laut.

Pada penelitian ini variasi *fly ash* yang digunakan sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20 % sebagai bahan substitusi semen. Benda uji yang digunakan berupa silinder dengan total 54 buah, dimana 36 buah silinder berukuran 150mm x 300mm untuk pengujian kuat tekan, modulus elastisitas, kuat tarik belah, dan 18 buah silinder berukuran 100mm x 200mm untuk pengujian kadar penyerapan (absorpsi). Media *curing* benda uji adalah air laut dan air tawar sebagai pembanding. Masa *curing* seluruh benda uji adalah 28 hari.

Hasil penelitian ini menunjukkan adanya pengaruh substitusi *fly ash* pada semen dan perlakuan *curing* terhadap kuat tekan, modulus elastisitas, kuat tarik belah, dan kadar penyerapan air pada beton. Kuat tekan beton dengan variasi *fly ash* 0% yang di-*curing* dengan air tawar sebesar 25,40 MPa, sedangkan beton dengan variasi *fly ash* 0% yang di-*curing* dengan air laut sebesar 22,48 MPa. Kuat tekan beton variasi 5%, 10%, 15%, dan 20% didapat 26,61 MPa, 29,4 MPa, 28,50 MPa, dan 26,63 MPa. Pengujian modulus elastisitas juga memperlihatkan perilaku yang sama, dimana beton variasi *fly ash* 0% *curing* air tawar sebesar 23260,84 MPa lebih tinggi dibanding beton variasi *fly ash* 0% *curing* air laut yang mana sebesar 21517,47 MPa, didapat juga pola yang sama dengan kuat tekan, beton dengan variasi *fly ash* 5%, 10%, 15%, dan 20% berturut-turut memiliki nilai modulus elastisitas sebesar 21627,43 MPa, 23877,79 MPa, 23550,58 MPa, 22671,91 MPa. Begitu pula dengan nilai kuat tarik belah beton variasi *fly ash* 0% *curing* air tawar, 0%, 5%, 10%, 15%, 20% *curing* air laut, berturut – turut yaitu 2,90 MPa, 2,49 MPa, 2,63 MPa, 3,04 Mpa, 2,64 MPa, 2,53 MPa. Dari pengujian kuat tekan, modulus elastisitas, dan kuat tarik belah didapat nilai maksimum pada variasi *fly ash* 10%. Hasil pengujian kadar penyerapan juga menunjukkan perilaku yang sama dimana nilai kadar penyerapan terkecil, terjadi pada beton dengan variasi *fly ash* 10%, yakni sebesar 0,17% untuk durasi perendaman 10,5 menit dan 0,68% untuk durasi perendaman 24 jam.

**Kata kunci :** *Curing*, air laut, *fly ash*, kuat tekan, modulus elastisitas, kuat tarik belah, kadar penyerapan air.