

**PENGARUH VARIASI *FOAMING AGENT* ADT TERHADAP  
SIFAT MEKANIK BETON GEOPOLIMER BERBASIS *FLY*  
*ASH* DAN KAPUR PADAM**

Laporan Tugas Akhir

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :

**BAGUS WIBAWANTO**

**NPM : 15 02 15982**



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

## PERNYATAAN

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

### **PENGARUH VARIASI *FOAMING AGENT* ADT TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON GEOPOLIMER BERBASIS *FLY ASH* DAN KAPUR PADAM**

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 izajah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, Juli 2019

Yang membuat pernyataan,



(Bagus Wibawanto)

# PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

## PENGARUH VARIASI *FOAMING AGENT* ADT TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON GEOPOLIMER BERBASIS *FLY* *ASH* DAN KAPUR PADAM

Oleh :

BAGUS WIBAWANTO

NPM : 15 02 15982

telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta, ..... 7-8-2-19

Pembimbing



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

Disahkan oleh :

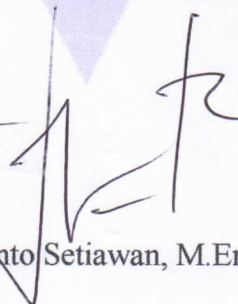
Program Studi Teknik Sipil

Ketua



FAKULTAS  
TEKNIK

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



## PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

### PENGARUH VARIASI *FOAMING AGENT* ADT TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON GEOPOLIMER BERBASIS *FLY* *ASH* DAN KAPUR PADAM

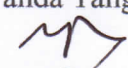
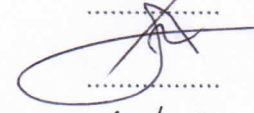
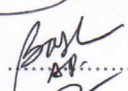


Oleh :

BAGUS WIBAWANTO

NPM : 15 02 15982

Telah diuji dan disetujui oleh

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	: J. Januar Sudjati, S.T., M.T.		9/8-19
Sekretaris	: Dr. Ir. Junaedi Utomo, M.Eng.		9/8-19
Anggota	: Baskoro Abdi Praja, S.T., M.Eng		9/8-19

## KATA HANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena dengan penyertaan, berkat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan tinggi Program Strata-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Dalam kesempatan kali ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung dalam proses mengerjakan Tugas Akhir ini karena penulis menyadari Tugas Akhir ini tidak akan mampu diselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak, antara lain :

1. Ibu Susharjanti 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 J. Januar Sudjati, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu dan sabar dalam membimbing penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
4. Dr. Ir. Junaedi Utomo, M.Eng., selaku koordinator 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 memberikan saran selama pengujian Tugas Akhir.

6. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mengajarkan ilmu dalam bidang teknik sipil.
7. Kedua orang tua dan saudara yang .selalu mendoakan, memberi semangat dalam proses pembuatan Tugas Akhir ini sehingga dapat berjalan dengan lancar.
8. *Batching Plant* PT. HOLCIM Indonesia yang telah memberikan bantuan material untuk kelancaran Tugas Akhir.
9. CV. Citra Additive Mandiri yang telah memberikan bantuan *foaming agent* untuk kelancaran Tugas Akhir.
10. Teman-teman peminatan Tugas Akhir Struktur, yaitu: Ratna, Arga, Zaki, Adi Sukma, Gus Adhi, Andre, Mikael, David, Osha, Pingkan, Hugo, Henri yang saling membantu selama proses mengerjakan Tugas Akhir sehingga dapat berjalan lancar.
11. Orang-orang terdekat penulis yaitu Nadya, Chyntia, Brian, Otto, Oneal, Gregorius, Rio, Rey, Wawan, Gilang, Demus, Joshua, Bima yang selalu meluangkan waktu untuk membantu dalam proses pengerjaan 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, Juli 2019

Penulis,

Bagus Wibawanto

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
KATA HANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR PERSAMAAN.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
INTISARI.....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
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>	<b>7</b>
2.1 Beton Geopolimer.....	7
2.2 Beton Ringan .....	7
2.3 Bahan Penyusun Beton Geopolimer.....	8
2.3.1 Agregrat Halus .....	8
2.3.2 Abu Terbang ( <i>Fly Ash</i> ).....	9
2.3.3 Alkali Aktivator.....	10
2.3.4 <i>Aquades</i> .....	10
2.3.5 Kapur Padam ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) .....	11
2.3.6 <i>Foaming Agent</i> .....	11
2.4 Penelitian Beton Geopolimer.....	11
2.5 Penelitian Beton Menggunakan <i>Foaming Agent</i> .....	14
<b>BAB III LANDASAN TEORI.....</b>	<b>17</b>
3.1 Kuat Tekan Beton.....	17
3.2 Kuat Tarik Belah .....	18
3.3 Modulus Elastisitas.....	18

<b>BAB IV METODOLOGI TUGAS AKHIR</b> .....	19
4.1 Umum .....	19
4.2 Bagan Alir Penelitian .....	19
4.3 Alat .....	21
4.4 Bahan .....	22
4.5 Pengujian Bahan .....	23
4.5.1 Pengujian <i>Fly Ash</i> .....	23
4.5.2 Pengujian Agregat Halus .....	24
4.6 Pembuatan Benda Uji .....	29
4.6.1 Pembuatan <i>Foam</i> .....	30
4.6.2 Pembuatan Adukan Beton <i>Foam</i> .....	30
4.7 Pengujian <i>Setting Time</i> .....	32
4.8 Pengujian <i>Slump</i> .....	32
4.9 Tahap Pengujian Benda Uji .....	33
4.9.1 Pengujian Kuat Tekan Beton .....	33
4.9.2 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton .....	33
4.9.3 Pengujian Modulus Elastisitas Beton .....	34
4.10 Jadwal Pelaksanaan Tugas Akhir .....	35
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	36
5.1 Hasil Pengujian Bahan Campuran Beton Geopolimer .....	36
5.1.1 Abu Terbang ( <i>Fly Ash</i> ) .....	36
5.1.2 Agregat Halus .....	37
5.2 <i>Mix Design</i> Beton Geopolimer .....	41
5.3 Pengujian <i>Setting Time</i> .....	44
5.4 Pengujian Nilai <i>Slump</i> .....	46
5.5 Pengujian Berat Jenis .....	47
5.6 Pengujian Kuat Tekan .....	48
5.7 Pengujian Kuat Tarik Belah .....	50
5.8 Pengujian Modulus Elastisitas .....	52
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	54
6.1 Kesimpulan .....	54
6.2 Saran .....	55
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>56</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>59</b>



## DAFTAR TABEL

No	Nama Tabel	Hal
2.1	Kuat Tekan Minimum dan Jenis Agregat Ringan	8
2.2	Batas-batas Gradasi Untuk Agregat Halus	9
2.3	Persyaratan Mutu <i>Fly Ash</i>	10
4.1	Jumlah dan Variasi Benda Uji	30
4.2	Jadwal Pelaksanaan Tugas Akhir	35
5.1	Hasil Pengujian Berat Jenis <i>Fly Ash</i>	36
5.2	Hasil Pengujian Komposisi Kandungan <i>Fly Ash</i>	37
5.3	Hasil Pemeriksaan Kandungan Lumpur Agregat Halus	38
5.4	Hasil Pemeriksaan Gradasi Agregat Halus	39
5.5	Hubungan Warna Larutan dengan Kandungan Zat Organik	39
5.6	Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan	41
5.7	Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Material	41
5.8	Volume Komposisi Material untuk 1 m <sup>3</sup>	43
5.9	Proporsi Campuran Beton Geopolimer	43
5.10	Kebutuhan Bahan untuk Silinder Diameter 100 mm dan Tinggi 200 mm	44
5.11	Kebutuhan Bahan untuk Silinder Diameter 150 mm dan Tinggi 300 mm	44
5.12	Hasil Pengujian <i>Setting Time Binder</i> Beton	45
5.13	Hasil Pengujian Nilai <i>Slump</i>	46
5.14	Berat Jenis Rata - Rata	47
5.15	Kuat Tekan Rata – Rata	48
5.16	Kategori Beton Berdasarkan Kuat Tekan dan Berat Jenis	50
5.17	Kuat Tarik Belah Rata - Rata	51
5.18	Modulus Elastisitas Rata – Rata	52

## DAFTAR GAMBAR

No	Nama Gambar	Hal
3.1	Benda Uji Silinder	17
4.1	Bagan Alir Penelitian	20
4.2	Komposisi Perbandingan Beton Geopolimer	29
5.1	Hasil Pengujian Kadar Zat Organik Agregat Halus	40
5.2	Komposisi Perbandingan Beton Geopolimer	42
5.3	Grafik Uji <i>Setting Time</i>	45
5.4	Hasil Pengujian <i>Slump Test</i>	46
5.5	Diagram Berat Jenis Rata – Rata Beton Geopolimer	47
5.6	Diagram Kuat Tekan Rata – Rata Beton Geopolimer	49
5.7	Hasil Pengujian Kuat Tekan	49
5.8	Diagram Pengujian Kuat Tarik Belah Rata – Rata Beton Geopolimer	51
5.9	Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah	51
5.10	Diagram Pengujian Modulus Elastisitas Rata – Rata Beton Geopolimer	52

## DAFTAR PERSAMAAN

No	Nama Persamaan	Hal
3-1	Kuat Tekan	17
3-2	Kuat Tarik Belah	18
3-3	Modulus Elastisitas	18
4-1	Berat Jenis <i>Fly Ash</i>	23
4-2	Kandungan Lumpur	26
4-3	Berat Jenis <i>Bulk</i>	28
4-4	Berat jenis <i>SSD</i>	28
4-5	Berat jenis semu ( <i>Apparent</i> )	28
4-6	Penyerapan ( <i>Absorption</i> )	28
5-1	Berat Jenis <i>Fly Ash</i>	36
5-2	Kandungan Lumpur	38
5-3	Berat Jenis <i>Bulk</i>	41
5-4	Berat jenis <i>SSD</i>	41
5-5	Berat jenis semu ( <i>Apparent</i> )	41
5-6	Penyerapan ( <i>Absorption</i> )	41

## DAFTAR LAMPIRAN

Nama Lampiran	Hal
Pengujian Kandungan Lumpur Agregat Halus	59
Pengujian Kandungan Zat Organik Agregat Halus	60
Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	61
Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus	62
Pengujian Berat Jenis <i>Fly Ash</i>	64
Pemeriksaan Kandungan <i>Fly Ash</i>	65
Komposisi Perbandingan Beton Geopolimer	66
Volume Komposisi Material Untuk 1 m <sup>3</sup>	67
Proporsi Campuran Beton Untuk 1 m <sup>3</sup>	67
Kebutuhan Bahan Silinder Diameter 100 mm dan Tinggi 200 mm	67
Kebutuhan Bahan Silinder Diameter 150 mm dan Tinggi 300 mm	68
Hasil Perhitungan Berat Jenis, Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah dan Modulus Elastisitas	69
Contoh Perhitungan Berat Jenis	70
Contoh Perhitungan Kuat Tekan	71
Contoh Perhitungan Kuat Tarik Belah	72
Perhitungan Modulus Elastisitas	73
Alat yang Digunakan Dalam Penelitian	85
Bahan yang Digunakan Dalam Penelitian	91
Dokumentasi Penelitian	94

## INTISARI

**PENGARUH VARIASI *FOAMING AGENT* ADT TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON GEOPOLIMER BERBASIS *FLY ASH* DAN KAPUR PADAM.** Bagus Wibawanto, NPM 150215982, Tahun 2019, Bidang Peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Beton ringan dapat dibuat dengan berbagai cara, salah satunya dengan mencampurkan busa (*foam*). Beton ringan busa atau *Celluler Lightweight Concrete* (CLC) adalah beton yang tanpa menggunakan agregat kasar (kerikil) yang digantikan oleh udara dan proses pembuatannya menggunakan *foaming agent* sebagai bahan yang membungkus gelembung udara. Pada pembuatan beton ringan busa atau seluler pada umumnya menggunakan campuran semen, pasir, air dan *foam*. Penggunaan semen dengan jumlah yang sangat besar memiliki dampak negatif bagi lingkungan. Salah satu teknologi beton untuk mengurangi pemakaian semen adalah beton geopolimer. Beton geopolimer adalah salah satu jenis beton yang tidak menggunakan semen sebagai *binder*/perekat yang digantikan dengan menggunakan material alam atau pemanfaatan limbah yang mengandung silika yang tinggi seperti *fly ash* dan kapur padam.

Penelitian ini melakukan inovasi dengan membuat beton geopolimer *Celluler Lightweight Concrete* (CLC). Beton geopolimer ini menggunakan bahan dasar *fly ash*, kapur padam dan *foaming agent*. Variasi *foaming agent* yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 0,25 lt/m<sup>3</sup>; 0,5 lt/m<sup>3</sup>; 0,75 lt/m<sup>3</sup> dan 1 lt/m<sup>3</sup> beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi penambahan *foaming agent* terhadap sifat mekanik beton geopolimer yang berbahan dasar *fly ash* dan kapur padam. Sifat mekanik yang ditinjau adalah kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa berat jenis beton menurun pada umur 28 hari seiring penambahan *foaming agent* sebesar 0,25 lt/m<sup>3</sup>; 0,5 lt/m<sup>3</sup>; 0,75 lt/m<sup>3</sup> dan 1 lt/m<sup>3</sup> beton secara berturut turut 2213,85 kg/m<sup>3</sup>; 2134,39 kg/m<sup>3</sup>; 2031,58 kg/m<sup>3</sup>; 1943,63 kg/m<sup>3</sup>. Dari hasil tersebut, menunjukkan bahwa beton tidak memenuhi syarat sebagai beton ringan karena berat jenisnya di atas 1850 kg/m<sup>3</sup> sesuai SNI-03-3449-2002. Penambahan *foaming agent* menurunkan kuat tekan pada umur 28 hari secara berturut turut 34,66 MPa; 31,12 MPa; 27,40 MPa; 23,15 MPa. Modulus elastisitas juga mengalami penurunan pada umur 28 hari seiring penamahan *foaming agent* secara berturut turut 24738,46 MPa; 22582,18 MPa; 18095,92 MPa; 16647,20 MPa. Penambahan *foaming agent* juga membuat kuat tarik belah menurun pada umur 28 hari secara berturut turut 4,64 MPa; 4,33 MPa; 3,61 MPa; 3,21 MPa.

**Kata kunci** : beton ringan, beton geopolimer, *fly ash*, *foaming agent*, kapur padam, kuat tekan, modulus elastisitas, kuat tarik belah.