

**PENGARUH *SUPERPLASTICIZER* DAN RASIO ALKALI  
AKTIVATOR TERHADAP *WORKABILITY*, *SETTING TIME*,  
DAN KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER  
BERBASIS *FLY ASH***

Laporan Tugas Akhir

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

Oleh :

**RATNA SARI DEWI PUTRI KUSUMA**

**NPM. 150215840**



**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 *SUPERPLASTICIZER* DAN RASIO ALKALI  
AKTIVATOR TERHADAP *WORKABILITY*, *SETTING TIME*,  
DAN KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER  
BERBASIS *FLY ASH***

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, ... Juni 2019

Yang membuat pernyataan,



(Ratna Sari Dewi Putri Kusuma)

## PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

### PENGARUH *SUPERPLASTICIZER* DAN RASIO ALKALI AKTIVATOR TERHADAP *WORKABILITY*, *SETTING TIME*, DAN KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER BERBASIS *FLY ASH*

Oleh :

RATNA SARI DEWI PUTRI KUSUMA

NPM : 150215840

telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta, 19 Juli 2019

Pembimbing

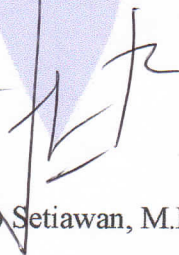


(Angelina Eva Lianasari, S.T., M.T.)

Disahkan oleh :

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



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

## PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

### PENGARUH *SUPERPLASTICIZER* DAN RASIO ALKALI AKTIVATOR TERHADAP *WORKABILITY*, *SETTING TIME*, DAN KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER BERBASIS *FLY ASH*


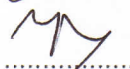
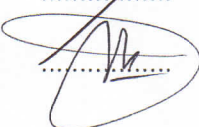


Oleh :

RATNA SARI DEWI PUTRI KUSUMA

NPM : 150215840

Telah diuji dan disetujui oleh

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	: Angelina Eva Lianasari, S.T., M.T.		19/7-2019
Sekretaris	: J. Januar Sudjati, S.T., M.T.		17/7-19
Anggota	: Dinar Gumilang Jati, S.T., M. Eng		19/7-2019

"There's nothing impossible in this world.  
If you're willing to do it, you'll succeed." –  
B.I.

Tugas Akhir ini dipersembahkan kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa
2. Orang Tua
3. Kakak dan Adik
4. Teman – teman Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta

## **KATA HANTAR**

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

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidak mungkin diselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini, 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. Ibu Angelina Eva Lianasari, 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 pengetahuan dalam bidang teknik sipil.
7. Kedua orang tua dan saudara yang selalu memberikan semangat dalam proses pembuatan Tugas Akhir ini sehingga dapat berjalan dengan lancar.
8. Teman seperjuangan beton geopolimer yaitu : Henri Perdana Natio, Andre Jeremy, dan Mikael Wonohito yang telah memberikan bantuan dan semangat dalam proses mengerjakan Tugas Akhir sehingga dapat berjalan lancar.
9. *Batching Plan* PT. HOLCIM Yogyakarta yang telah memberikan bantuan material untuk kelancaran Tugas Akhir
10. Rekan – rekan yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk membantu proses *mixing* penelitian Tugas Akhir antara lain Arga, Zaki, William, Erich, Selo, Putri, Mas Bintang, Deknu, Rey, Otniel, Jason, Rafael, Yos, Randy, Weje, Osha, Adi, David, Gus Adhi, Pingkan, Hugo, Blora, Anan, Komang dan yang lainnya.
11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis 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 2019

Penulis,

Ratna Sari Dewi Putri Kusuma

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGESAHAN PENGUJI.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA HANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR PERSAMAAN.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</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>	<b>7</b>
2.1 Uraian Umum .....	7
2.2 Beton Geopolimer.....	7
2.3 Bahan Tambah <i>Admixture</i> Beton Geopolimer .....	10
2.4 Suhu dan Waktu <i>Curing</i> Beton Geopolimer.....	12
<b>BAB III LANDASAN TEORI.....</b>	<b>13</b>
3.1 Material Penyusun Beton Geopolimer .....	13
3.1.1 Agregat Halus .....	13
3.1.2 Agregat Kasar .....	14
3.1.3 Abu Terbang ( <i>Fly Ash</i> ) .....	15
3.1.4 Alkali Aktivator.....	16
3.1.5 <i>Aquades</i> .....	16
3.1.6 <i>Superplasticizer</i> .....	17
3.2 <i>Setting Time</i> .....	17
3.3 Kuat Tekan Beton .....	18
3.4 Modulus Elastisitas.....	19
3.5 Kuat Tarik Belah .....	19



<b>BAB IV METODOLOGI TUGAS AKHIR</b> .....	20
4.1 Umum .....	20
4.2 Kerangka Penelitian.....	21
4.3 Alat .....	21
4.4 Bahan .....	23
4.5 Pengujian Bahan .....	24
4.5.1 <i>Fly Ash</i> .....	24
4.5.2 Agregat Halus .....	25
4.5.3 Agregat Kasar .....	30
4.6 Uji <i>Setting Time</i> .....	33
4.7 Pengujian <i>Slump</i> .....	33
4.8 Pembuatan Benda Uji .....	34
4.8.1 Pembuatan Benda Uji Beton Geopolimer .....	35
4.8.2 Pembuatan Benda Uji Mortar Geopolimer .....	37
4.9 Tahap Pengujian Benda Uji .....	37
4.9.1 Pengujian Kuat Tekan Beton .....	38
4.9.2 Pengujian Kuat Tekan Mortar Geopolimer .....	38
4.9.3 Pengujian Modulus Elastisitas Beton .....	39
4.9.4 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Geopolimer .....	40
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	41
5.1 Hasil Pengujian Bahan Campuran Beton Geopolimer .....	41
5.1.1 Abu Terbang ( <i>Fly Ash</i> ) .....	41
5.1.2 Agregat Kasar .....	44
5.1.3 Agregat Halus .....	46
5.2 <i>Mix Design</i> Beton Geopolimer .....	49
5.3 Pengujian <i>Setting Time</i> .....	51
5.4 Pengujian Nilai <i>Slump</i> .....	56
5.5 Pengujian Berat Jenis.....	58
5.6 Pengujian Kuat Tekan .....	59
5.7 Pengujian Modulus Elastisitas Beton Geopolimer .....	63
5.8 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Geopolimer .....	65
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	67
6.1 Kesimpulan.....	60
6.2 Saran .....	69
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>70</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>73</b>

## DAFTAR TABEL

No	Nama Tabel	Hal
3.1	Batas – batas Gradasi Agregat Halus	14
3.2	Gradasi Saringan Ideal Agregat Kasar	15
3.3	Komposisi Kimia Penyusun <i>Fly Ash</i> Kelas F	15
3.4	Persyaratan Mutu <i>Fly Ash</i>	16
3.5	Jenis Beton Menurut Kuat Tekannya	18
4.1	Variasi Benda Uji Beton Geopolimer	35
5.1	Hasil Pemeriksaan Berat Jenis <i>Fly Ash</i>	41
5.2	Hasil Pengujian Komposisi Kandungan <i>Fly Ash</i>	42
5.3	Hasil Pengujian Keausan Batu Kerikil	44
5.4	Hasil Pengujian Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan	45
5.5	Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan	46
5.6	Hubungan Warna Larutan dengan Kandungan Zat Organik	47
5.7	Hasil Pemeriksaan Kandungan Lumpur Agregat Halus	48
5.8	Hasil Pemeriksaan Material Geopolimer	49
5.9	Komposisi Volume per-m <sup>3</sup> Bahan Penyusun Geopolimer	50
5.10	Proporsi Campuran Beton Geopolimer	51
5.11	Percobaan Penetrasi <i>Setting Time</i> Varian Aktivator 3:2	52
5.12	Percobaan Penetrasi <i>Setting Time</i> Varian Aktivator 4:2	53
5.13	Percobaan Penetrasi <i>Setting Time</i> Varian Aktivator 5:2	54
5.14	Ikatan Awal dan Ikatan Akhir Binder Geopolimer	55
5.15	Hasil Pengujian Nilai <i>Slump</i>	57
5.16	Hasil Pengujian Berat Jenis Beton Geopolimer	58
5.17	Berat Jenis Beton dan Pemakaiannya	58
5.18	Jenis – Jenis Kebutuhan Aktivator Mortar Geopolimer	59
5.19	Penggunaan Aktivator Mortar Geopolimer	59
5.20	Hasil Pengujian Mortar Geopolimer Umur 9 Hari	60
5.21	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Geopolimer	61
5.22	Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Geopolimer	63
5.23	Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Geopolimer	65

## DAFTAR GAMBAR

No	Nama Gambar	Hal
4.1	Kerangka Tahapan Penelitian Tugas Akhir	21
4.2	Komposisi perbandingan beton geopolymer	34
5.1	Hasil Uji SEM dengan Perbesaran 2000x dan Skala 20 $\mu$ m	43
5.2	Hasil Uji SEM dengan Perbesaran 1000x dan Skala 50 $\mu$ m	43
5.3	Hasil Uji SEM dengan Perbesaran 400x dan Skala 100 $\mu$ m	43
5.4	Hasil Uji SEM dengan Perbesaran 200x dan Skala 200 $\mu$ m	43
5.5	Hasil Pengujian Kandungan Zat Organik	47
5.6	Komposisi Perbandingan Beton Geopolimer	50
5.7	Grafik <i>Setting Time</i> Beton Geopolimer dengan Aktivator 3:2	52
5.8	Grafik <i>Setting Time</i> Beton Geopolimer dengan Aktivator 4:2	54
5.9	Grafik <i>Setting Time</i> Beton Geopolimer dengan Aktivator 5:2	55
5.10	Binder Geopolimer dengan Perbandingan Aktivator 3:2, 4:2, dan 5:2	56
5.11	Proses Pengujian Nilai <i>Slump</i> Beton Geopolimer	57
5.12	Hasil Pengujian Nilai <i>Slump</i> Beton Geopolimer	57
5.13	Campuran Mortar Geopolimer Tipe A	60
5.14	Campuran Mortar Geopolimer Tipe D	60
5.15	Proses Pengujian Kuat Tekan Beton Geopolimer	62
5.16	Grafik Kuat Tekan Beton Tiap Variasi pada Umur 28 Hari	62
5.17	Grafik Kuat Tekan Beton Tiap Variasi pada Umur 56 Hari	62
5.18	Proses Pengujian Modulus Elastisitas	64
5.19	Grafik Modulus Elastisitas Beton Geopolimer	64
5.20	Proses Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Geopolimer	65
5.21	Grafik Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Geopolimer	65

## DAFTAR PERSAMAAN

No	Nama Persamaan	Hal
3-1	Kuat Tekan	18
3-2	Modulus Elastisitas	19
3-3	Kuat Tarik Belah	19
4-1	Berat Jenis <i>Fly Ash</i>	25
4-2	Kandungan Lumpur	27
4-3	Modulus Halus Butir	28
4-4	Berat Jenis <i>Bulk</i>	29
4-5	Berat jenis SSD	29
4-6	Berat jenis semu ( <i>Apparent</i> )	29
4-7	Penyerapan ( <i>Absorption</i> )	30
4-8	Keausan Agregat Kasar	31
4-9	Berat Jenis <i>Bulk</i>	32
4-10	Berat jenis SSD	33
4-11	Berat jenis semu ( <i>Apparent</i> )	33
4-12	Penyerapan ( <i>Absorption</i> )	33
5-1	Berat Jenis <i>Fly Ash</i>	41
5-2	Kandungan Lumpur	48

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Nama Lampiran</b>	<b>Hal</b>
Pemeriksaan Berat Jenis <i>Fly Ash</i>	73
Pemeriksaan Komposisi Kandungan <i>Fly Ash</i>	74
Gambar Hasil Uji SEM – EDX <i>Fly Ash</i>	75
Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	76
Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar	77
Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat Kasar	78
Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	79
Pemeriksaan Kandungan Zat Organik Agregat Halus	80
Pemeriksaan Kandungan Lumpur Agregat Halus	81
Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat Halus	82
Perhitungan Kuat Tekan Mortar Geopolimer Umur 9 Hari	83
Perhitungan Berat Jenis, Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton Geopolimer Umur 28 Hari	84
Perhitungan Berat Jenis dan Kuat Tekan Beton Geopolimer Umur 56 Hari	88
Grafik Kuat Tekan Beton Geopolimer	91
Grafik Gabungan Kuat Tekan Beton Geopolimer	92
Pengujian Modulus Elastisitas Beton Geopolimer	93
Perhitungan <i>Mix Design</i> Beton Geopolimer	105
Gambar Alat dan Bahan	110
Dokumentasi Proses Penelitian	113

## INTISARI

**PENGARUH SUPERPLASTICIZER DAN RASIO ALKALI AKTIVATOR TERHADAP WORKABILITY, SETTING TIME, DAN KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER BERBASIS FLY ASH**, Ratna Sari Dewi Putri Kusuma, NPM 150215840, Tahun 2019, Bidang Peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penggunaan semen *portland* semakin meningkat seiring dengan pembangunan dibidang konstruksi. Semen *portland* menghasilkan emisi gas CO<sub>2</sub> yang berdampak buruk bagi lingkungan. Penelitian beton geopolimer dilakukan untuk mengurangi penggunaan semen *portland*. Beton geopolimer tidak berbasis hidrasi semen melainkan reaksi polimerisasi antara Silika (Si) dan Alumina (Al) dengan alkali aktivator. Walaupun termasuk beton ramah lingkungan, proses pengerjaan beton geopolimer lebih sukar dikerjakan karena *setting time* yang singkat. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh rasio alkali aktivator dan penggunaan *superplasticizer* terhadap *workability*, waktu set, dan sifat mekanik beton geopolimer berbasis *fly ash*.

Metode eksperimental digunakan untuk penelitian ini dengan rencana pengujian 40 mortar dan 54 silinder. Perbandingan Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> dan NaOH yang digunakan yaitu 3:2, 4:2, dan 5:2 dengan molaritas NaOH 8M. Kadar *superplasticizer* yang digunakan sebesar 2,5% dari berat *fly ash*. Metode *curing* yang digunakan adalah *ambient curing* dan *dry curing* dengan suhu 60°C. Pengujian yang dilakukan adalah *vicat*, nilai *slump*, kuat tekan, modulus elastisitas, dan kuat tarik belah.

Hasil pengujian *setting time* variasi 3:2, 4:2, dan 5:2 tanpa dan dengan penambahan *superplasticizer* menunjukkan bahwa semakin tinggi rasio perbandingan antara Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> dan NaOH yang digunakan maka *setting time* semakin cepat. Kuat tekan pada umur 28 hari tanpa penggunaan *superplasticizer* menunjukkan hasil bahwa semakin tinggi rasio alkali aktivator yang digunakan maka kuat tekan semakin tinggi, tetapi hasil tersebut berbanding terbalik ketika *superplasticizer* digunakan. Hasil kuat tekan optimum untuk beton tanpa penggunaan *superplasticizer* sebesar 47,41 MPa (alkali aktivator 5:2) dan beton dengan penambahan *superplasticizer* sebesar 44,23 MPa (alkali aktivator 3:2). Hasil pengujian modulus elastisitas pada umur uji 28 hari meningkat seiring dengan kenaikan kuat tekan yang dihasilkan. Rata-rata hasil pengujian kuat tarik belah pada umur uji 28 hari variasi tanpa penggunaan *superplasticizer* sebesar 4,70 MPa dan untuk variasi dengan penambahan *superplasticizer* sebesar 5,42 MPa.

**Kata kunci** : geopolimer, *workability*, *setting time*, kuat tekan, kuat tarik belah, modulus elastisitas, rasio alkali aktivator, *superplasticizer*.