

**VARIASI UKURAN BUTIR MAKSIMUM AGREGAT PADA  
BETON GEOPOLIMER BERBASIS *FLY ASH***

Laporan Tugas Akhir

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :

**GABRIEL SELO PRAYUDI**

**NPM. 150215976**



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

## PERNYATAAN

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

### **VARIASI UKURAN BUTIR MAKSIMUM AGREGAT PADA 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, Januari 2019

Yang membuat pernyataan,



(Gabriel Selo Prayudi)

## PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

### VARIASI UKURAN BUTIR MAKSIMUM AGREGAT PADA BETON GEOPOLIMER BERBASIS *FLY ASH*

Oleh :

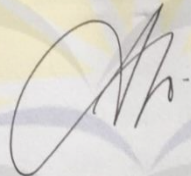
GABRIEL SELO PRAYUDI

NPM : 150215976

telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta, .....<sup>22</sup>/<sub>1</sub>/<sup>2019</sup>

Pembimbing

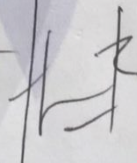


(Angelina Eva Lianasari, S.T., M.T.)

Disahkan oleh :

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



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

**PENGESAHAN**

Laporan Tugas Akhir

**VARIASI UKURAN BUTIR MAKSIMUM AGREGAT PADA BETON  
GEOPOLIMER BERBASIS *FLY ASH***


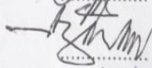



Oleh :

**GABRIEL SELO PRAYUDI**

NPM : 150215976

Telah diuji dan disetujui oleh

Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua : Angelina Eva Lianasari, S.T., M.T.		22/1/2019
Sekretaris : Ir. P. Wiryawan Sardjono, M.T.		22/1/2019
Anggota : Anggun Tri Atmajayanti, S.T., M.Eng.		22/1/2019



"Mintalah, maka akan diberikan kepadamu; carilah, maka kamu akan mendapat; ketoklah, maka pintu akan dibukakan bagimu. Karena setiap orang yang meminta, menerima dan setiap orang yang mencari, mendapat dan setiap orang yang mengetok, baginya pintu dibukakan."

(Matius 7:7)

"Stay focus and complete the journey."

— Lailah Gifty Akita

Tugas Akhir ini dipersembahkan kepada:

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

–Ad Maiorem Dei Gloriam–

## **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. Bapak Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D, 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 mendoakan dan memberikan semangat dalam proses pembuatan Tugas Akhir ini sehingga dapat berjalan dengan lancar.
8. Saudari Redita Eriningtyas yang telah memberikan semangat dan dukungan dalam proses penulisan Tugas Akhir.
9. Tim geopolimer anak – anak Ibu Eva, yaitu: Maria Ratna Puspitasari, Raden Mas Parikesit Suryo Anggaro, dan I Made Dera Januarta yang telah memberikan bantuan dan semangat dalam proses mengerjakan Tugas Akhir sehingga dapat berjalan lancar.
10. Saudara Yosendrick Haris Divanta Purba, S.T., yang telah membantu dan memberi arahan dalam pelaksanaan Tugas Akhir.
11. *Batching Plan* PT HOLCIM Yogyakarta yang telah memberikan bantuan material untuk kelancaran Tugas Akhir
12. Rekan – rekan PR 3, yaitu Gregorius Gestano Megantara, Annisa Putri Adriza, dan Acintya Dewi Kusumawardhani.
13. Rekan – rekan Asisten Laboratorium Mekanika Tanah 2018, yaitu: Rio, Aloy, Nawa, Acin, Desti, Lala, Ariel, Aning, Farah, Clara, Bella, dan Tania.
14. Saudari Elenora Gita A.S., Cynthia Juni, rekan – rekan sepermainan dan seperjuangan yang telah memberi semangat dan membantu kelancaran Tugas Akhir.

15. Rekan – rekan yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk membantu proses *mixing* penelitian Tugas Akhir antara lain Mas Dede, Tika, Davin, Daniel PA, Abel, Mangjo, Nando, Limin, Gery, Devon, Aan, Oby, Randy, Dewak, Joshua, Otto, Komang, Rio Pamungkas, Bryan Pepi, Bobby, dan yang lainnya.

16. 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, Januari 2019

Penulis,

Gabriel Selo Prayudi



## 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>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR PERSAMAAN.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>INTISARI.....</b>	<b>xv</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 .....	4
1.5 Tujuan Tugas Akhir .....	5
1.6 Manfaat Tugas Akhir .....	5
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 Suhu dan Waktu Curing Beton Geopolimer.....	10
<b>BAB III LANDASAN TEORI.....</b>	<b>12</b>
3.1 Material Penyusun Beton Geopolimer .....	12
3.1.1 Agregat Halus .....	12
3.1.2 Agregat Kasar .....	14
3.1.3 Abu Terbang ( <i>Fly Ash</i> ) .....	14
3.1.4 Alkali Aktivator .....	16
3.1.5 <i>Aquades</i> .....	16
3.2 Kuat Tekan Beton.....	17
3.3 Modulus Elastisitas.....	18

<b>BAB IV METODOLOGI TUGAS AKHIR</b> .....	19
4.1 Umum.....	19
4.2 Kerangka Penelitian.....	19
4.3 Alat.....	20
4.4 Bahan.....	22
4.5 Pengujian Bahan.....	23
4.5.1 <i>Fly Ash</i> .....	24
4.5.2 Agregat Halus.....	25
4.5.3 Agregat Kasar.....	29
4.6 Uji <i>Setting Time</i> .....	33
4.7 Pengujian <i>Slump</i> .....	33
4.8 Pembuatan Benda Uji.....	34
4.9 Tahap Pengujian Benda Uji.....	37
4.9.1 Pengujian Kuat Tekan Beton.....	37
4.9.2 Pengujian Modulus Elastisitas Beton.....	38
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	39
5.1 Hasil Pengujian Bahan Campuran Beton Geopolimer.....	39
5.1.1 Abu Terbang ( <i>Fly Ash</i> ).....	39
5.1.2 Agregat Kasar.....	42
5.1.3 Agregat Halus.....	43
5.2 <i>Mix Design</i> Beton Geopolimer.....	47
5.3 Pengujian <i>Setting Time</i> .....	50
5.3.1 Pengujian <i>Setting Time</i> Binder Geopolimer.....	50
5.4 Pengujian Nilai <i>Slump</i> .....	51
5.5 Pengujian Berat Jenis.....	53
5.6 Pengujian Kuat Tekan Beton Geopolimer.....	55
5.7 Pengujian Modulus Elastisitas Beton Geopolimer.....	58
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	60
6.1 Kesimpulan.....	60
6.2 Saran.....	61
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>63</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>66</b>

## DAFTAR TABEL

No	Nama Tabel	Hal
3.1	Batas – batas Gradasi Agregat Halus	13
3.2	Gradasi Saringan Ideal Agregat Kasar	14
3.3	Komposisi Kimia Penyusun <i>Fly Ash</i> Kelas F	15
3.4	Persyaratan Mutu <i>Fly Ash</i>	15
4.1	Variasi Benda Uji	35
5.1	Hasil Pemeriksaan Berat Jenis <i>Fly Ash</i>	39
5.2	Hasil Pengujian Komposisi Kandungan <i>Fly Ash</i>	41
5.3	Hasil Pengujian Keausan Batu Kerikil	42
5.4	Hasil Pengujian Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan	43
5.5	Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Sampel a	44
5.6	Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Sampel b	44
5.7	Hubungan Warna Larutan dengan Kandungan Zat Organik	45
5.8	Hasil Pemeriksaan Kandungan Lumpur Agregat Halus	46
5.9	Hasil Pemeriksaan Material Geopolimer	47
5.10	Volume Komposisi Bahan Penyusun Geopolimer	49
5.11	Proporsi Campuran Beton Geopolimer	49
5.12	Percobaan Penetrasi <i>Setting Time</i> Binder Geopolimer	50
5.13	Hasil Pengujian Nilai <i>Slump</i>	52
5.14	Berat Jenis Beton Geopolimer	54
5.15	Berat Jenis Beton dan Pemakaiannya	55
5.16	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Geopolimer	58
5.17	Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Geopolimer	59

## DAFTAR GAMBAR

No	Nama Gambar	Hal
3.1	Benda uji silinder	17
4.1	Kerangka alur penelitian	20
4.2	Komposisi perbandingan beton geopolimer	34
4.3	Jadwal Pelaksanaan Tugas Akhir	39
5.1	Komposisi perbandingan beton geopolimer	48
5.2	Grafik <i>Setting Time</i> Binder Geopolimer	50
5.3	Pengujian Nilai <i>Slump</i> Beton	52
5.4	Grafik Pengaruh Variasi Butir terhadap Nilai <i>Slump</i>	52
5.5	Grafik Pengaruh Variasi Butir terhadap Berat Jenis Beton	54
5.6	Mesin UTM merk <i>Shimadzu</i> UMH – 30	55
5.7	Pembacaan Dial Kuat Desak Mesin UTM	55
5.8	Pembacaan Dial Kuat Desak Mesin ELE	56
5.9	Pengujian Kuat Desak Beton Geopolimer	56
5.10	Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton Geopolimer dengan Umur Pengujian Beton Geopolimer	57
5.11	Grafik Pengaruh Variasi Butir terhadap Kuat Tekan	58
5.12	Grafik Pengaruh Variasi Butir terhadap Modulus Elastisitas	59

## DAFTAR PERSAMAAN

No	Nama Persamaan	Hal
3-1	Kuat Tekan	17
3-2	Modulus Elastisitas	18
4-1	Berat Jenis <i>Fly Ash</i>	24
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> )	29
4-8	Keausan Agregat Kasar	31
4-9	Berat Jenis <i>Bulk</i>	32
4-10	Berat jenis SSD	32
4-11	Berat jenis semu ( <i>Apparent</i> )	32
4-12	Penyerapan ( <i>Absorption</i> )	32
5-1	Berat Jenis <i>Fly Ash</i>	40
5-2	Kandungan Lumpur	46
5-3	Volume Silinder	48

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Nama Lampiran</b>	<b>Hal</b>
Pemeriksaan Berat Jenis <i>Fly Ash</i>	66
Pemeriksaan Komposisi Kandungan <i>Fly Ash</i>	67
Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	69
Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar	72
Pemeriksaan Gradasi Agregat Kasar	73
Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	74
Pemeriksaan Kandungan Zat Organik Dalam Pasir	76
Pemeriksaan Kandungan Lumpur Dalam Pasir	77
Pemeriksaan Gradasi Besar Butiran Pasir	78
Perhitungan Berat Jenis dan Kuat Tekan Beton Geopolimer 7 Hari	80
Pemeriksaan Berat Jenis dan Kuat Tekan Beton Geopolimer 14 Hari	81
Pemeriksaan Berat Jenis dan Kuat Tekan Beton Geopolimer 28 Hari	82
Pengujian Modulus Elastisitas Beton Geopolimer	85
Perhiungan <i>Mix Design</i>	91
Gambar Alat Bahan	94
Dokumentasi Proses Penelitian	104



## INTISARI

**VARIASI UKURAN BUTIR MAKSIMUM AGREGAT PADA BETON GEOPOLIMER BERBASIS *FLY ASH***, Gabriel Selo Prayudi, NPM 150215976, Tahun 2019, Bidang Peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Beton geopolimer adalah beton yang menggunakan material anorganik ramah lingkungan untuk menggantikan semen sehingga dapat mengurangi emisi karbondioksida yang dihasilkan dari proses produksi semen. Bahan dasar utamanya merupakan bahan yang banyak mengandung silika dan aluminium yang banyak ditemui pada material abu terbang (*fly ash*). Pencampuran *fly ash* dan aktivator dapat mengganti semen sebagai binder beton geopolimer. Dalam hal ini aktivator yang digunakan adalah natrium hidroksida (NaOH) dan natrium silikat (Na<sub>2</sub>SiO). Tujuan penelitian ini untuk memperbaiki sifat mekanis beton geopolimer dengan mengganti ukuran maksimum agregat menjadi lebih kecil dan untuk mengetahui seberapa besar pengaruhnya.

Metode eksperimental digunakan untuk penelitian ini dengan rencana pengujian 27 silinder ukuran 100x200mm yang terbagi dalam 3 variasi butir maksimum agregat, yaitu 20mm, 10mm, dan 5mm. Perbandingan aktivator yang digunakan adalah 2:1 dengan molaritas NaOH 8M. Metode *curing* menggunakan metode *ambient curing* dan *dry curing*, yaitu benda uji akan dibiarkan dalam cetakan selama 24 jam dengan suhu ruangan kemudian dilepas dari cetakan dan dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 50°C selama 1 hari lalu dimasukkan ke dalam plastik kedap udara sampai umur pengujian pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.

Hasil pengujian menunjukkan *setting time* binder beton geopolimer mengalami *flash setting* dengan waktu ikat awal 5 menit dan waktu ikat akhir 30 menit. Pengujian *slump* terendah terdapat pada beton geopolimer dengan ukuran butir maksimum agregat 20 mm. Hasil pengujian kuat tekan umur 28 hari dengan variasi butir maksimum 20mm, 10mm, dan 5mm, berurutan adalah 31,477 MPa; 33,034 MPa; dan 46,977 Mpa (semakin kecil ukuran butir maksimum agregat pada maka kuat tekannya semakin tinggi). Hasil pengujian modulus elastisitas umur beton geopolimer 28 hari dengan variasi butir maksimum 20mm, 10mm, dan 5mm, berurutan adalah 14604,60 MPa; 21907,69 MPa; dan 35275,94 Mpa. Dari hasil ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kuat tekan beton geopolimer maka nilai modulus elastisitasnya meningkat.

**Kata kunci** : geopolimer, ukuran butir, agregat kasar, kuat tekan, modulus Elastisitas.