

**PENGARUH RASIO *SOLID MATERIAL* DENGAN *ALKALINE ACTIVATOR* TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON GEOPOLIMER BERBASIS *GROUND GRANULATED BLAST-FURNACE SLAG***

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

Oleh :  
**VANIA WIJAYA**  
NPM. : 16 02 16311



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITASA ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**YOGYAKARTA**  
**JANUARI 2020**

## PERNYATAAN

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

**PENGARUH RASIO *SOLID MATERIAL* DENGAN *ALKALINE ACTIVATOR* TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON GEOPOLIMER BERBASIS *GROUND-GRANULATED BLAST-FURNACE SLAG***

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, 17 Januari 2020

Yang membuat pernyataan,



(Vania Wijaya)

# PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

## **PENGARUH RASIO *SOLID MATERIAL* DENGAN *ALKALINE ACTIVATOR* TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON GEOPOLIMER BERBASIS *GROUND GRANULATED BLAST-FURNACE SLAG***

Oleh :

VANIA WIJAYA

NPM : 16 02 16311

telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta, 17/1/2020

Pembimbing



(Angelina Eva Lianasari, 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 RASIO *SOLID MATERIAL* DENGAN *ALKALINE ACTIVATOR* TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON GEOPOLIMER BERBASIS *GROUND GRANULATED BLAST-FURNACE SLAG***






Oleh :

VANIA WIJAYA

NPM : 16 02 16311

Telah diuji dan disetujui oleh

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	: Angelina Eva Lianasari, S.T., M.T.		17/1/2020
Sekretaris	: Siswadi, S.T., M.T.		17/01/2020
Anggota	: Ir. JF. Soandrijanie Linggo, M.T.		17-1-2020

## KATA HANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia dan rahmat pertolongan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik sebagai syarat menyelesaikan pendidikan tinggi Program Strata-1 di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidak dapat selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih untuk pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini, antara lain :

1. Bapak Luky Handoko, S.T., M.Eng., Dr.Eng., 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 Dinar Gumilang Jati, S.T., M. Eng., selaku koordinator Tugas Akhir 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 telah mendukung dan memberikan semangat dalam proses pembuatan Tugas Akhir ini sehingga lancar.
8. *Batching Plan* PT. Holcim yang telah memberikan bantuan material berupa pasir untuk penelitian Tugas Akhir ini.
9. PT. Krakatau Steel (Persero) Tbk. Indonesia, Cilegon yang telah memberikan saya *ground granulated blast furnace slag* untuk penelitian Tugas Akhir ini.
10. Teman-teman Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang sudah meluangkan waktu untuk ikut serta dalam membantu proses pengerjaan Tugas Akhir.
11. Teman-teman peminatan Tugas Akhir Struktur, yaitu Anam, Naomi, Naufal, dan Siska yang saling membantu dan memberikan semangat selama proses mengerjakan Tugas Akhir sehingga dapat berjalan dengan lancar.
12. Semua pihak yang tidak bisa 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 menghargakan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Yogyakarta, Januari 2020

Penulis,

Vania Wijaya

## 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>KATA HANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR PERSAMAAN.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xii</b>
<b>INTISARI.....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Keaslian Tugas Akhir .....	3
1.5 Tujuan Tugas Akhir.....	4
1.6 Manfaat Tugas Akhir.....	4
1.7 Lokasi Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Uraian Umum .....	5
2.2 Beton Geopolimer Berbasis <i>Gorund Granulated Blast-Furnace Slag</i> .....	5
<b>BAB III LANDASAN TEORI.....</b>	<b>8</b>
3.1 Pengertian Beton Geopolimer.....	8
3.2 Material Penyusun Beton Geopolimer .....	9
3.2.1 <i>Ground Granulated Blast-Furnace Slag</i> .....	9
3.2.2 <i>Alkaline Acvtivator</i> .....	10
3.2.3 Air .....	11
3.2.4 Agregat .....	11
3.3 <i>Curing</i> .....	14
3.4 Pengujian Beton Geopolimer.....	14
3.4.1 Kuat Tekan Beton .....	14
3.4.2 Tarik Belah Beton.....	15
3.4.3 Modulus Elastisitas Beton .....	15
3.4.4 <i>Modulus of Rupture</i> .....	16
3.4.5 <i>Setting Time</i> .....	16
3.4.6 <i>Slump</i> .....	16

<b>BAB IV METODOLOGI TUGAS AKHIR</b> .....	17
4.1 Umum .....	17
4.2 Kerangka Alur Penelitian .....	18
4.3 Alat .....	19
4.4 Bahan .....	20
4.5 Pengujian Bahan .....	21
4.5.1 <i>Ground Granulated Blast-Furnace Slag</i> .....	21
4.5.2 Agregat Kasar .....	22
4.5.3 Agregat Halus .....	25
4.6 Pembuatan <i>Alkaline Activator</i> .....	28
4.7 Uji <i>Setting Time</i> .....	29
4.8 Uji <i>Slump</i> .....	30
4.9 Pembuatan Benda Uji .....	31
4.10 Pengujian Benda Uji .....	32
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	35
5.1 Hasil Pengujian Bahan Campuran .....	35
5.1.1 Pengujian Agregat Halus .....	35
5.1.2 Pengujian Agregat Kasar .....	38
5.1.3 Pengujian <i>Ground Granulated Blast-Furnace Slag</i> .....	40
5.1.4 Pengujian <i>Setting Time</i> .....	43
5.2 Kebutuhan Adukan Beton Geopolimer .....	45
5.3 Pengujian Beton Segar.....	45
5.4 Pengujian Sifat Mekanik Beton Geopolimer .....	47
5.4.1 Pengujian Berat Jenis .....	47
5.4.2 Pengujian Kuat Tekan .....	47
5.4.3 Pengujian Kuat Tarik Belah .....	49
5.4.4 Pengujian Modulus Elastisitas .....	50
5.4.5 Pengujian <i>Modulus of Rupture</i> .....	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>58</b>



## DAFTAR TABEL

3.1	Hasil Uji Kandungan <i>Ground Granulated Blast-Furnace Slag</i>	9
3.2	Batas-batas Gradasi Agregat Halus	13
3.3	Gradasi Saringan Ideal Agregat Kasar	13
4.1	Detail Benda Uji dalam Penelitian ini	32
5.1	Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	36
5.2	Hubungan Warna Larutan dengan Kandungan Zat Organik	37
5.3	Hasil Pemeriksaan Kandungan Lumpur Agregat Halus	37
5.4	Hasil Pengujian Keausan Agregat Kasar	39
5.5	Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan	39
5.6	Hasil Pengujian Berat Jenis GGBFS	40
5.7	Hasil Pengujian Kandungan Kimia GGBFS	41
5.8	Hasil Uji <i>Setting Time</i>	44
5.9	Proporsi Campuran Adukan Beton Geopolimer per 1m <sup>3</sup>	45
5.10	Hasil Pengujian <i>Slump</i>	46
5.11	Hasil Pengujian Berat Jenis Beton Geopolimer GGBFS	47
5.12	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Geopolimer GGBFS	48
5.13	Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Geopolimer GGBFS	49
5.14	Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Geopolimer GGBFS	51
5.15	Hasil Pengujian <i>Modulus of Rupture</i>	53

## DAFTAR GAMBAR

3.1	Hubungan antara Perbandingan Aktivator dengan Kuat Tekan Beton Geopolimer	10
4.1	Sistematika Metode Penelitian	18
4.2	Perbandingan komposisi beton geopolymer	31
4.3	Pembebanan Kuat Lentur Beton	34
5.1	<i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM) GGBFS	42
5.2	<i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM) <i>Fly Ash</i>	42
5.3	Grafik Waktu Ikat Pasta Geopolimer GGBFS	44
5.4	Grafik Hasil Pengujian <i>Slump</i> Beton Geopolimer GGBFS	46
5.5	Grafik Kuat Tekan Beton Geopolimer GGBFS	49
5.6	Grafik Kuat Tarik Belah Beton Geopolimer GGBFS	50
5.7	Grafik Modulus Elastisitas Beton Geopolimer GGBFS	52
5.8	Grafik <i>Modulus of Rupture</i> Beton Geopolimer GGBFS	53

## DAFTAR PERSAMAAN

3-1	Kuat Tekan	14
3-2	Tarik Belah Beton	15
3-3	Modulus Elastisitas Beton	15
3-4	Tegangan pada 25-50% tegangan runtuh	15
3-5	Regangan	15
3-6	Kuat Lentur	16
4-1	Berat Jenis GGBFS	21
4-2	Keausan	23
4-3	Berat Jenis <i>Bulk</i>	23
4-4	Berat Jenis SSD	24
4-5	Berat jenis semu ( <i>Apparent</i> )	24
4-6	Penyerapan ( <i>Absorption</i> )	24
4-7	Kandungan Lumpur	26
4-8	Modulus Halus Butir	27
4-9	Berat Jenis <i>Bulk</i>	28
4-10	Berat Jenis SSD	28
4-11	Berat jenis semu ( <i>Apparent</i> )	28
4-12	Penyerapan ( <i>Absorption</i> )	28
4-13	Molaritas	29
5-1	Kandungan Lumpur	37
5-2	Berat Jenis GGBFS	40

## DAFTAR LAMPIRAN

Pemeriksaan Berat Jenis GGBFS	58
Pemeriksaan Komposisi Kandungan GGBFS	59
Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	60
Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar	61
Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat Kasar	62
Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	63
Pemeriksaan Kandungan Zat Organik Agregat Halus	64
Pemeriksaan Kandungan Lumpur Agregat Halus	65
Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat Halus	66
Perhitungan Berat Jenis dan Kuat Tekan Beton Geopolimer Umur 7 Hari	67
Perhitungan Berat Jenis dan Kuat Tekan Beton Geopolimer Umur 28 Hari	68
Perhitungan Kuat Tarik Belah Beton Geopolimer Umur 28 Hari	69
Perhitungan <i>Modulus of Rupture</i> Beton Geopolimer Umur 28 Hari	70
Perhitungan Modulus Elastisitas Beton Geopolimer Umur 28 Hari	71
Perhitungan <i>Mix Design</i> Beton Geopolimer	87
Gambar Alat dan Bahan	89
Dokumentasi Proses Penelitian	92

## INTISARI

**PENGARUH RASIO *SOLID MATERIAL* DENGAN *ALKALINE ACTIVATOR* TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON GEOPOLIMER BERBASIS *GROUND GRANULATED BLAST-FURNACE SLAG*, Vania Wijaya, NPM 160216311, Tahun 2020, Bidang Peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.**

Perkembangan infrastruktur saat ini menuntut dunia konstruksi untuk semakin memperhatikan lingkungannya. Salah satu dampak negatif dalam pembangunan yaitu penggunaan semen Portland yang dalam produksinya menyumbangkan tujuh puluh persen karbon-dioksida di dunia. Teknologi beton geopolimer merupakan beton tanpa semen melainkan menggunakan limbah seperti *ground granulated blast-furnace slag* dengan kandungan alumina dan silika yang dapat bereaksi dengan aktivator membentuk ikatan polimer.

*Ground granulated blast-furnace slag* merupakan limbah dari peleburan logam. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan rasio terbaik *solid material*:aktivator terhadap sifat mekanik beton geopolimer berbasis GGBFS. Metode dalam penelitian ini yaitu studi eksperimental dengan membuat benda uji dan pengujian langsung berupa uji kuat tekan, *modulus of rupture*, tarik belah, dan modulus elastisitas untuk beton keras berumur 7 dan 28 hari, sedangkan untuk beton segar dilakukan pengujian *slump* dan *setting time* pasta geopolimer. Alkali aktivator dalam penelitian berupa  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ :NaOH dengan perbandingan 5:2 dan NaOH 8M. Perawatan dilakukan menggunakan *dry curing* dengan suhu 60°C selama 24 jam, dan setelah keluar dari *oven* beton dibungkus dengan plastik. Rencana variasi rasio *solid material*:aktivator dalam penelitian ini yaitu 70:30, 74:26, 75:25.

Dalam pengujian *workability*, diperoleh nilai *slump* sebesar 130-150 mm, dan memiliki waktu ikat 35 menit. Kuat tekan maksimum 50,024 MPa, modulus elastisitas maksimum 21739,780 MPa, *modulus of rupture* maksimum 3,74 MPa pada perbandingan GGBFS:aktivator sebesar 75:25. Sedangkan kuat tarik belah maksimum 2,998 MPa didapatkan dari perbandingan 70:30.

**Kata kunci :** *Ground granuated blast-furnace slag*, *solid material*, aktivator, beton geopolimer, sifat mekanik beton.