

**PENGARUH VARIASI PERBANDINGAN AGREGAT KASAR  
DAN AGREGAT HALUS TERHADAP SIFAT MEKANIK  
BETON GEOPOLIMER BERBASIS GEOFAST**

Laporan Tugas Akhir

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

Oleh :

**GILBERT OKTOGIMA NATHANAEL SIMANJUNTAK**

**NPM. 170216799**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA  
JANUARI 2021**

## **PERNYATAAN**

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

### **PENGARUH VARIASI PERBANDINGAN AGREGAT KASAR DAN AGREGAT HALUS TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON GEOPOLIMER BERBASIS GEOFAST**

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, ... Januari 2021

Yang membuat pernyataan,

(Gilbert Oktogima Nathanael Simanjuntak)

# PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

## **PENGARUH VARIASI PERBANDINGAN AGREGAT KASAR DAN AGREGAT HALUS TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON GEOPOLIMER BERBASIS GEOFAST**

Oleh :

GILBERT OKTOGIMA NATHANAEL SIMANJUNTAK

NPM : 170216799

telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta,.....

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 VARIASI PERBANDINGAN AGREGAT KASAR DAN AGREGAT HALUS TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON GEOPOLIMER BERBASIS GEOFAST**



Oleh :

**GILBERT OKTOGIMA NATHANAEL SIMANJUNTAK**

NPM : 170216799

Telah diuji dan disetujui oleh

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	: Angelina Eva Lianasari, S.T., M.T.	.....	.....
Sekretaris	: Dinar Gumilang, S.T., M.Eng.	.....	.....
Anggota	: Ir. JF. Soandrijanie Linggo, M.T.	.....	.....

**Live** as if you were to die tomorrow.

**Learn** as if you were to live forever.

- Mahatma Gandhi -

Tugas Akhir ini dipersembahkan kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa
2. Orang Tua
3. Saudara-saudara
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 Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, 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. Bapak Dr.Eng. Luky Handoko, S.T., M.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, Fakultas Teknik, 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. Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng. selaku koordinator Tugas Akhir, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
5. Dr. Ir. Junaedi Utomo, M.Eng., selaku Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

6. Bapak V. Sukaryantara, selaku Staf Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan yang telah membantu dan memberikan saran selama pengujian Tugas Akhir.
7. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mengajarkan ilmu pengetahuan dalam bidang teknik sipil.
8. Kedua orang tua dan saudara yang selalu memberikan semangat dalam proses pembuatan Tugas Akhir ini sehingga dapat berjalan dengan lancar.
9. Teman seperjuangan beton geopolimer, yaitu William Jose dan Kathy Lawinata yang telah memberikan bantuan dan semangat dalam proses mengerjakan Tugas Akhir sehingga dapat berjalan lancar.
10. *Batching Plant* PT. Dynamix Yogyakarta yang telah memberikan bantuan material untuk kelancaran Tugas Akhir.
11. PT. GEOFAST yang telah memberikan bantuan material untuk kelancaran Tugas Akhir.
12. Rekan – rekan yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk membantu proses *mixing* penelitian Tugas Akhir antara lain Irfan, Yoga, Ping, Dio, Epen, Costin dan yang lainnya.
13. Rekan – rekan Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan yang telah membantu pengujian dalam Tugas Akhir antara lain Maxwell, Kesya, Monic, dan Herdi.
14. Rekan – rekan yang telah meminjamkan alat transportasinya dalam Tugas Akhir yaitu Radit dan Anissa Raisti.

15. 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 2021

Penulis,

Gilbert Oktogima Nathanael Simanjuntak

## 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>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 .....	4
1.4 Keaslian Tugas Akhir .....	5
1.5 Tujuan Tugas Akhir.....	6
1.6 Manfaat Tugas Akhir.....	6
1.7 Lokasi Tugas Akhir .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>8</b>
2.1 Uraian Umum .....	8
2.2 Perbandingan Rasio Agregat .....	9
2.3 <i>Geopolymer Fast Setting Cement</i> (GEOFAST) .....	11
2.4 Beton Geopolimer.....	11
<b>BAB III LANDASAN TEORI.....</b>	<b>14</b>
3.1 Material Penyusun Beton Geopolimer .....	14
3.1.1 GEOFAST .....	14
3.1.2 Alkali Aktivator.....	14
3.1.3 <i>Aquades</i> .....	15
3.1.4 Agregat Kasar .....	15
3.1.5 Agregat Halus.....	16
3.2 Kuat Tekan .....	16
3.3 Kuat Tarik Belah .....	17
3.4 Modulus Elastisitas.....	17

<b>BAB IV METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>18</b>
4.1 Umum .....	18
4.2 Kerangka Penelitian.....	19
4.3 Alat .....	20
4.4 Bahan .....	21
4.5 Pengujian Bahan .....	22
4.5.1 <i>Geopolymer Fast Setting Cement</i> (GEOFAST) .....	22
4.5.2 Agregat Kasar .....	23
4.5.3 Agregat Halus.....	25
4.6 Uji <i>Slump</i> .....	29
4.7 Pembuatan Benda Uji .....	29
4.8 Pengujian Benda Uji .....	32
4.8.1 Pengujian Kuat Tekan Beton Geopolimer.....	32
4.8.2 Pengujian Modulus Elastisitas Beton Geopolimer .....	33
4.8.3 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Geopolimer.....	33
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>35</b>
5.1 Hasil Pengujian Bahan Campuran Beton Geopolimer .....	35
5.1.1 GEOFAST ( <i>Geopolymer Fast Setting Cement</i> ) .....	35
5.1.2 Agregat Kasar .....	36
5.1.3 Agregat Halus .....	37
5.2 <i>Mix Design</i> Beton Geopolimer .....	40
5.3 Pengujian Nilai <i>Slump</i> .....	42
5.4 Pengujian Berat Jenis.....	43
5.5 Pengujian Kuat Tekan .....	44
5.6 Pengujian Kuat Tarik Belah .....	45
5.7 Pengujian Modulus Elastisitas.....	47
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>49</b>
6.1 Kesimpulan.....	49
6.2 Saran .....	49
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>50</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>52</b>

## DAFTAR TABEL

4.1	Variasi Benda Uji .....	31
5.1	Hasil Pemeriksaan Berat Jenis GEOFAST.....	35
5.2	Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar .....	36
5.3	Hasil Pengujian Keausan Agregat Kasar .....	37
5.4	Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus .....	37
5.5	Hasil Pengujian Kandungan Lumpur .....	38
5.6	Hubungan Warna Larutan dengan Kandungan Zat Organik .....	39
5.7	Hasil Pemeriksaan Material Beton Geopolimer .....	40
5.8	Komposisi Volume per-1 m <sup>3</sup> Bahan Penyusun Geopolimer .....	41
5.9	Komposisi Campuran Beton Geopolimer per-1 m <sup>3</sup> .....	41
5.10	Hasil Pengujian Nilai <i>Slump</i> .....	42
5.11	Hasil Pengujian Berat Jenis Beton Geopolimer.....	43
5.12	Berat Jenis Beton dan Pemakaiannya .....	44
5.13	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Geopolimer .....	44
5.14	Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Geopolimer .....	46
5.15	Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Geopolimer.....	47

## DAFTAR GAMBAR

4.1 Kerangka Alur Penelitian.....	19
4.2 Komposisi Beton Geopolimer.....	30
5.1 Hasil Pengujian Kandungan Zat Organik .....	39
5.2 Hasil Pengujian Nilai <i>Slump</i> .....	42
5.3 Grafik Hasil Kuat Tekan Beton Geopolimer .....	45
5.4 Grafik Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Geopolimer.....	46
5.5 Grafik Modulus Elastisitas Beton Geopolimer .....	47

## DAFTAR PERSAMAAN

3-1	Kuat Tekan.....	16
3-2	Kuat Tarik Belah.....	17
3-3	Modulus Elastisitas.....	17
4-1	Berat Jenis GEOFAST.....	23
4-2	Berat Jenis Semu.....	24
4-3	Berat jenis SSD.....	24
4-4	Berat jenis <i>Bulk</i> .....	24
4-5	Penyerapan ( <i>Absorption</i> ).....	24
4-6	Keausan Agregat Kasar.....	25
4-7	Kandungan Lumpur.....	26
4-8	Berat Jenis <i>Bulk</i> .....	29
4-9	Berat jenis SSD.....	29
4-10	Berat jenis semu ( <i>Apparent</i> ).....	29
4-11	Penyerapan ( <i>Absorption</i> ).....	29

## DAFTAR LAMPIRAN

Pengujian Berat Jenis GEOFAST .....	52
Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar .....	53
Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar dengan Mesin <i>Los Angeles Abrasion</i> .....	54
Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus .....	55
Pemeriksaan Kandungan Zat Organik Agregat Halus .....	56
Pemeriksaan Kandungan Lumpur Agregat Halus .....	57
Perhitungan Berat Jenis dan Kuat Tekan Beton Geopolimer .....	58
Perhitungan Kuat Tarik Belah Beton Geopolimer .....	60
Pengujian Modulus Elastisitas Beton Geopolimer .....	62
<i>Mix Design</i> Beton Geopolimer .....	70
Gambar Alat dan Bahan .....	73
Dokumentasi Proses Penelitian .....	76

## INTISARI

**PENGARUH VARIASI PERBANDINGAN AGREGAT KASAR DAN AGREGAT HALUS TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON GEOPOLIMER BERBASIS GEOFAST**, Gilbert Oktogima Nathanael Simanjuntak, NPM 170216799, Tahun 2021, Bidang Peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Beton geopolimer merupakan inovasi dalam pemanfaatan limbah dalam dunia konstruksi. *Geopolymer fast setting cement* (GEOFAST) merupakan salah satu contohnya. GEOFAST sendiri merupakan hasil pengolahan limbah terak nikel yang mengandung silika (Si) dan alumina (Al) di dalamnya, sehingga selain dapat digunakan sebagai bahan dalam pembuatan beton geopolimer, juga dapat mengurangi limbah yang ada.

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental untuk mengetahui pengaruh perbandingan persentase agregat kasar dan agregat halus pada beton geopolimer berbasis GEOFAST terhadap sifat mekanik beton. Jenis pengujian sifat mekanik beton berupa *workability*, kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas. Penelitian ini menggunakan benda uji berupa silinder beton dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm sebanyak 24 buah serta silinder beton dengan diameter 100 mm dan tinggi 200 mm sebanyak 12 buah. Perbandingan antara agregat dan binder sebesar 70% : 30%, dengan perbandingan antara *precursor* dan aktivator sebesar 65% : 35%. Larutan alkali aktivator yang digunakan berupa natrium hidroksida (NaOH) dan natrium silikat (Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>) dengan variasi perbandingan 2:5 dan konsentrasi molaritas sebesar 4M. Perbandingan antara agregat kasar dan agregat halus sebesar 55% : 45%, 60% : 40%, 65% : 35%, dan 70% : 30%. Metode *curing* yang digunakan adalah *ambient curing* (suhu ruang). Pengujian sifat mekanik dilakukan pada umur 21 hari.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar rasio perbandingan agregat kasar terhadap agregat halus maka akan semakin kecil nilai *slump* yang dihasilkan, tetapi akan semakin tinggi nilai sifat mekanis yang diperoleh. Nilai *slump* dengan perbandingan antara agregat kasar dan agregat halus sebesar 70% : 30%, 65% : 35%, 60% : 40%, dan 55% : 45% secara berurutan adalah 200 mm, 210 mm, 225 mm, dan 230 mm. Nilai optimum diperoleh pada beton dengan perbandingan antara agregat kasar dan agregat halus sebesar 65% : 35%, dengan nilai kuat tekan sebesar 34,174 MPa, kuat tarik belah sebesar 2,648 MPa, dan nilai modulus elastisitas sebesar 20618,108 MPa.

**Kata kunci:** beton geopolimer, GEOFAST, agregat