

**PENGARUH RASIO SEMEN GEOFAST DAN *FLY ASH* SEBAGAI
PRECURSOR TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON *GEOPOLYMER***

Laporan Tugas Akhir

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :

KATHY LAWINATA

NPM : 17 02 16753



**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 RASIO SEMEN GEOFAST DAN *FLY ASH* SEBAGAI *PRECURSOR*
TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON *GEOPOLYMER***

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 plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, Januari 2021

Yang membuat pernyataan,

(Kathy Lawinata)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

**PENGARUH RASIO SEMEN GEOFAST DAN *FLY ASH*
SEBAGAI *PRECURSOR* TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON
*GEPOLYMER***

Oleh :

KATHY LAWINATA

NPM : 17 02 16753

Telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta,.....

Pembimbing



(Angelina Eva Lianasari)

Disahkan oleh :

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



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

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PENGARUH RASIO SEMEN GEOFAST DAN *FLY ASH* SEBAGAI *PRECURSOR* TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON *GEOPOLYMER*




Oleh :

KATHY LAWINATA

NPM : 17 02 16753

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.		

KATA PENGANTAR

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. PT Solusi Bangun Indonesia yang telah mensponsori material berupa *Fly Ash* untuk penelitian Tugas Akhir ini.
9. Teman – teman Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta, yaitu RR Annisa dan Radit yang sudah bersedia meminjamkan transportasi untuk proses pengambilan material untuk penelitian Tugas Akhir.
10. Teman – teman Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta, yaitu Dio, Irfan, Michael Jose, Costinyang sudah meluangkan waktu untuk ikut serta dalam membantu proses pengerjaan Tugas Akhir.
11. Teman – teman Asisten Praktikum Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan yang telah membantu melancarkan proses pengerjaan Tugas Akhir.
12. Teman – teman peminatan Tugas Akhir Struktur, yaitu William Jose dan Gilbert Simanjuntak yang saling membantu dan memberikan semangat selama proses mengerjakan Tugas Akhir sehingga dapat berjalan dengan lancar.
13. 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 mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Yogyakarta, Januari 2021

Penulis,

Kathy Lawinata

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
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Masalah	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Keaslian Tugas Akhir	5
1.7 Lokasi Tugas Akhir	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Uraian Umum	6
2.2 GEOFAST (<i>Geopolymer Fast Setting Cement</i>)	6
2.3 Penelitian Substitusi <i>Nickel Slag Powder</i> (NSP) terhadap semen.....	7
2.4 Perbandingan Sodium Silikat (Na_2SiO_3) dan Natrium Hidroksida (NaOH)	7
2.5 Penelitian <i>Fly Ash</i> dan Terak Nikel	8
2.6 Perbandingan Rasio Agregrat dan <i>Binder</i> pada Beton <i>Geopolymer</i>	9
BAB III LANDASAN TEORI.....	10
3.1 Pengertian Beton Geopolimer.....	10
3.2 Material Penyusun Beton Geopolimer.....	10
3.2.1 Abu Terbang (<i>Fly Ash</i>)	11
3.2.2 Semen GEOFAST (<i>Geopolymer Fast Setting Cement</i>).....	11
3.2.3 <i>Alkalin Activator</i>	12
3.2.4 <i>Aquades</i>	13
3.2.5 Agregrat	13
3.3 Pengujian Beton Geopolimer.....	15
3.3.1 Kuat Tekan Beton	15
3.3.2 Tarik Belah Beton	16
3.3.3 Modulus Elastisitas Beton.....	17

BAB IV METODOLOGI TUGAS AKHIR	18
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>Fly Ash</i>	22
4.5.2 Semen GEOFAST.....	23
4.5.3 Agregat Kasar	23
4.5.4 Agregat Halus	25
4.6 Uji <i>Setting Time</i>	29
4.7 Pembuatan <i>Alkaline Activator</i>	29
4.8 Uji <i>Slump</i>	30
4.9 Pembuatan Benda Uji	30
4.10 Pengujian Benda Uji.....	32
4.10.1 Pengujian Kuat Tekan Beton <i>Geopolymer</i>	32
4.10.2 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton <i>Geopolymer</i>	32
4.10.3 Pengujian Modulus Elastisitas Beton <i>Geopolymer</i>	33
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	34
5.1 Hasil Pengujian Bahan Campuran	34
5.1.1 Semen GEOFAST.....	34
5.1.2 Pengujian <i>Fly Ash</i>	35
5.1.3 Pengujian Agregat Halus	35
5.1.4 Pengujian Agregat Kasar	38
5.1.5 Pengujian <i>Setting Time</i> Beton <i>Geopolymer</i>	39
5.2 Kebutuhan Adukan Beton <i>Geopolymer</i>	41
5.3 Pengujian Nilai <i>Slump</i>	43
5.4 Pengujian Sifat Mekanik Beton <i>Geopolymer</i>	44
5.4.1 Pengujian Berat Jenis.....	44
5.4.2 Pengujian Kuat Tekan Beton <i>Geopolymer</i>	44
5.4.3 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton <i>Geopolymer</i>	46
5.4.4 Pengujian Modulus Elastisitas Beton <i>Geopolymer</i>	47
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	49
6.1 Kesimpulan.....	49
6.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA.....	51
LAMPIRAN.....	54

DAFTAR TABEL

3.1	Kandungan Kimia <i>Fly Ash</i>	11
3.2	Persyaratan Mutu <i>Fly Ash</i>	11
3.3	Batas – Batas Gradasi Agregat Halus	14
3.4	Persyaratan Kekesaran Butir Agregat Kasar	14
3.5	Gradasi Saringan Ideal Agregat Kasar	15
4.1	Detail Benda Uji dalam Penelitian ini	31
5.1	Hasil Pengujian Semen GEOFAST	34
5.2	Hasil Pengujian Berat Jenis <i>Fly Ash</i>	35
5.3	Hasil Pengujian Berat Jenis dan Kadar Penyerapan Agregat Halus	36
5.4	Hubungan Warna Larutan Kelayakan Zat Organik	36
5.5	Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus	37
5.6	Hasil Pengujian Berat Jenis dan Kadar Penyerapan Agregat Kasar	38
5.7	Hasil Pengujian Keasusan Agregat Kasar dengan Mesin LAA	39
5.8	Hasil Pengujian Penetrasi Variasi F0	39
5.9	Hasil Pengujian Penetrasi Variasi F20	40
5.10	Hasil Pengujian Penetrasi Variasi F40	40
5.11	Hasil Pengujian Penetrasi Variasi F60	41
5.12	Hasil Pengujian Berat Jenis Material Beton <i>Geopolymer</i>	42
5.13	Proporsi Campuran Beton <i>Geopolymer</i> per – 1 m ³	42
5.14	Kebutuhan Material Campuran Beton <i>Geopolymer</i>	42
5.15	Hasil Pengujian Nilai <i>Slump</i>	43
5.16	Hasil Pengujian Berat Jenis Beton <i>Geopolymer</i>	44
5.17	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton <i>Geopolymer</i> 21 hari	45
5.18	Hasil Pengujian Tarik Belah Beton <i>Geopolymer</i> 21 hari	46
5.19	Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton <i>Geopolymer</i> 21 hari	47

DAFTAR GAMBAR

3.1	Benda Uji Silinder	15
4.1	Kerangka Penelitian	19
4.2	Perbandingan Komposisi Beton <i>Geopolymer</i>	31
5.1	Hasil Pengujian Kadar Zat Organik Agregat Halus	37
5.2	Grafik Hasil Pengujian Nilai <i>Slump</i> Beton <i>Geopolymer</i>	41
5.3	Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton <i>Geopolymer</i> 21 Hari	44
5.4	Grafik Hasil Pengujian Tarik Belah Beton <i>Geopolymer</i> 21 Hari	45
5.5	Grafik Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton <i>Geopolymer</i>	48

DAFTAR PERSAMAAN

3-1	Kuat Tekan	15
3-2	Tarik Belah Beton	16
3-3	Modulus Elastisitas Beton	17
4-1	Berat Jenis <i>Fly Ash</i>	22
4-2	Berat Jenis GEOFAST	23
4-3	Keausan Agregrat Kasar	24
4-4	Berat Jenis <i>Bulk</i> Agregrat Kasar	25
4-5	Berat Jenis SSD Agregrat Kasar	25
4-6	Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>) Agregrat Kasar	25
4-7	Penyerapan (<i>Absorption</i>) Agregrat Kasar	25
4-8	Kandungan Kadar Lumpur Agregrat Halus	27
4-9	Berat Jenis <i>Bulk</i> Agregrat Halus	28
4-10	Berat Jenis SSD Agregrat Halus	28
4-11	Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>) Agregrat Halus	28
4-12	Penyerapan (<i>Absorption</i>) Agregrat Halus	28

DAFTAR LAMPIRAN

Pemeriksaan Berat Jenis GEOFAST	54
Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	55
Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar	56
Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	57
Pemeriksaan Kandungan Zat Organik Agregat Halus	58
Pemeriksaan Kandungan Lumpur Agregat Halus	59
Perhitungan Berat Jenis dan Kuat Tekan Beton Geopolimer Umur 21 Hari	60
Perhitungan Kuat Tarik Belah Beton Geopolimer Umur 21 Hari	62
Perhitungan Modulus Elastisitas Beton Geopolimer Umur 21 Hari	64
Perhitungan <i>Mix Design</i> Beton Geopolimer	88
Gambar Alat dan Bahan	90
Dokumentasi Proses Penelitian	93

INTISARI

PENGARUH RASIO SEMEN GEOFAST DAN FLY ASH SEBAGAI PRECURSOR TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON GEOPOLYMER, Kathy Lawinata, NPM 170216753, Tahun 2020, Bidang Perminatatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Di dalam dunia konstruksi beton merupakan salah satu bahan utama yang banyak, namun pada produksi beton terjadi pelepasan gas karbondioksida (CO_2) yang dapat menyebabkan *global warning*. Diperlukan alternatif lain di dalam dunia konstruksi berupa beton *geopolymer*. Beton *geopolymer* memiliki karakteristik yang sama dengan beton nomal, namun pada beton *geopolymer* material penyusunnya memanfaatkan limbah B3 (bahan berbahaya dan beracun).

Pada penelitian ini menggunakan metode uji eksperimental untuk mengetahui pengaruh rasio campuran GEOFAST dan *fly ash* terhadap sifat mekanik beton, *workability*, dan *setting time*. Pada penelitian ini terdapat 4 variasi perbandingan campuran semen GEOFAST dan *fly ash* yaitu 100%:0%, 80%:20%, 60%:40%, dan 40%:60%. Masing – masing variasi memiliki 3 sampel benda uji sehingga total benda uji pada penelitian ini adalah 36 buah silinder. Larutan alkali aktivator yang digunakan berupa campuran natrium hidroksida (NaOH) dan natrium silikat (Na_2SiO_3) dengan perbandingan 5 :2 dan konsentrasi molaritas NaOH yang digunakan adalah 4M. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian nilai *slump*, pengujian *setting time*, pengujian kuat tekan, pengujian kuat tarik belah, dan pengujian modulus elastisitas.

Hasil pengujian *setting time* tercepat adalah 50 menit dengan kadar *fly ash* 60% di dalam *precursor*. Nilai *slump* terendah adalah pada beton *geopolymer* dengan kadar *fly ash* 60% di dalam *precursor* dengan nilai 180 mm, rendahnya nilai *slump* menandakan bahwa beton *geopolymer* sulit untuk dikerjakan. Hasil pengujian sifat mekanik beton *geopolymer* tertinggi adalah pada beton *geopolymer* dengan perbandingan campuran semen GEOFAST dan *fly ash* 40% : 60%. Nilai kuat tekan tertinggi adalah 34,174 MPa; nilai tarik belah tertinggi adalah 2,648 MPa dan nilai modulus elastisitas tertinggi adalah 26467,2 MPa.

Kata kunci : beton *geopolymer*, geofast, *fly ash*, alkali aktivator