

**SIFAT MEKANIS BETON GEOPOLIMER MENGGUNAKAN
ABU DAUN BAMBU SEBAGAI PREKURSOR PENGGANTI
FLY ASH**

Laporan Tugas Akhir

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :

ANDRE JEREMY YUTHA LUAHA

NPM. 150216100



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

YOGYAKARTA

AGUSTUS 2019

PERNYATAAN

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

SIFAT MEKANIS BETON GEOPOLIMER MENGGUNAKAN ABU DAUN BAMBU SEBAGAI PREKURSOR PENGGANTI *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 ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, 8 Agustus 2019

Yang membuat pernyataan,



(Andre Jeremy Yutha Luaha)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

SIFAT MEKANIS BETON GEOPOLIMER MENGGUNAKAN ABU DAUN BAMBU SEBAGAI PREKURSOR PENGGANTI *FLY ASH*

Oleh :

ANDRE JEREMY YUTHA LUAHA

NPM : 150216100

telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta, 13/1/2013

Pembimbing



(Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng.)

Disahkan oleh :

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



FAKULTAS
TEKNIK

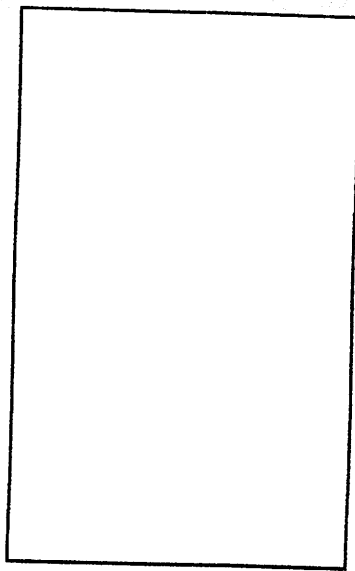
(Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D.)



PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

**SIFAT MEKANIS BETON GEOPOLIMER MENGGUNAKAN ABU
DAUN BAMBU SEBAGAI PREKURSOR PENGGANTI *FLY ASH***


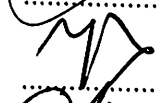



Oleh :

ANDRE JEREMY YUTHA LUAHA

NPM : 150216100

Telah diuji dan disetujui oleh

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	: Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng.		13/8 2019
Sekretaris	: J. Januar Sudjati, S.T.,M.T.		13/8 -19
Anggota	: Angelina Eva Lianasari, S.T.,M.T.		12/8 -2019

"Never give up. Today is hard, tomorrow will be worse, but the day after tomorrow will be sunshine"

– JACK MA.

Tugas Akhir ini dipersembahkan kepada:

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

KATA HANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat, cinta 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. Bapak Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng, selaku Dosen Pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu dan sabar dalam membimbing penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
4. Bapak Dr. Ir. FX. 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. *Batching plant* PT. Holcim Yogyakarta yang sudah membantu menyediakan material berupa pasir dan *fly ash* yang digunakan dalam penelitian ini.
8. Pak Lukman dan Pak Yohanes yang membantu mengumpulkan daun bambu di Desa Randusari, Klaten.
9. Orang tua dan saudara yang selalu mendukung ,memberikan semangat, dan sebagai sponsor utama dalam proses pembuatan Tugas Akhir ini sehingga dapat berjalan dengan lancar.
10. Dr. Aprilina Purbasari, S.T., M.T yang telah berbagi ilmu tentang beton geopolimer menggunakan bambu.
11. Saudari Mudita Liong yang telah memberikan semangat dalam proses penulisan Tugas Akhir.
12. Teman seperjuangan beton geopolimer yaitu : Henri Perdana Natio, Ratna Sari Dewi, dan Mikael Wonohito yang telah memberikan bantuan dan semangat dalam proses mengerjakan Tugas Akhir sehingga dapat berjalan lancar.
13. Rekan – rekan yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk membantu proses *mixing* penelitian Tugas Akhir antara lain Gus Adhi, Adhi Sukma, Osha, Erich, Haris, Jeffri, Kaka, Marzheyba, Grup Tinjau Lapangan dan yang lainnya.
14. 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 sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Yogyakarta, Agustus 2019

Penulis,

Andre Jeremy Yutha Luaha

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA HANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR PERSAMAAN.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
INTISARI	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
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
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Penelitian Beton Geopolimer	7
2.2 Penelitian Abu Daun Bambu.....	8
2.3 Penelitian Konsentrasi NaOH dan Rasio Na_2SiO_3 : NaOH	10
2.4 Penelitian <i>Curing</i> Beton Geopolimer	10

BAB III LANDASAN TEORI	12
3.1 Material Penyusun Beton Geopolimer	12
3.1.1. Agregat Kasar	12
3.1.2. Agregat Halus	13
3.1.3. <i>Fly Ash</i>	14
3.1.4. Abu Daun Bambu dan Kaolin.....	16
3.1.5. Alkali Aktivator	17
3.2 Kuat Tekan Mortar Geopolimer	18
3.3 Kuat Tarik Beton	18
3.4 Modulus Elastisitas	19
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	21
4.1 Umum.....	21
4.2 Kerangka Penelitian	22
4.3 Alat.....	23
4.4 Bahan.....	25
4.5 Pengujian Bahan.....	27
4.5.1 Agregat Kasar (Kerikil)	27
4.5.2 Agregat Halus (Pasir).....	30
4.5.3 <i>Fly Ash</i>	35
4.5.4 Abu Daun Bambu.....	36
4.6 Pengujian <i>Setting Time</i>	37
4.7 Pembuatan Benda Uji.....	38
4.7.1. Pembuatan Benda Uji Mortar Geopolimer.....	40
4.7.2. Pembuatan Benda Uji Beton Geopolimer	41
4.8 Pengujian Benda Uji.....	43
4.8.1. Pengujian Kuat Tekan Mortar Geopolimer	43
4.8.2. Pengujian Kuat Tekan Beton Geopolimer.....	44
4.8.3. Pengujian Modulus Elastisitas Beton Geopolimer	44
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	46
5.1 Hasil Pengujian Bahan Campuran Beton Geopolimer.....	46
5.1.1 Agregat Kasar (Kerikil)	46
5.1.2 Agregat Halus Pasir.....	49
5.1.3 <i>Fly Ash</i>	53
5.1.4 Abu Daun Bambu.....	55
5.2 Hasil <i>Mix Design</i> Beton Geopolimer	58
5.3 Pengujian <i>Setting Time</i>	62
5.4 Pengujian Berat Jenis Beton Geopolimer.....	64
5.5 Pengujian Kuat Tekan	66
5.5.1. Mortar Geopolimer	66
5.5.2. Beton Geopolimer	69

5.6	Pengujian Modulus Elastisitas Beton Geopolimer	73
5.7	Penambahan Larutan Aktivator Dari Rencana <i>Mix Design</i>	74
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		77
6.1	Kesimpulan.....	77
6.2	Saran.....	79
DAFTAR PUSTAKA.....		80
LAMPIRAN.....		82

DAFTAR TABEL

No	Nama Tabel	Hal
3.1	Gradasi Saringan Ideal Agregat Kasar	12
3.2	Gradasi Saringan Ideal Agregat Halus	14
3.3	Komposisi Kimia Penyusun <i>Fly Ash</i> Kelas F	15
3.4	Persyaratan Mutu <i>Fly Ash</i>	15
3.5	Komposisi Kimia Penyusun Abu Daun Bambu	16
3.6	Komposisi Kimia Penyusun Abu Bambu dan Kaolin yang dibakar bersama	17
4.1	Variasi Beton Geopolimer	40
5.1	Hasil Pengujian Keausan Agregat Kasar	46
5.2	Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar	47
5.3	Hasil Pengujian Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	48
5.4	Hasil Pemeriksaan Kandungan Lumpur Agregat Halus	49
5.5	Hubungan Warna Larutan dengan Kandungan Zat Organik	50
5.6	Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus	51
5.7	Hasil Pengujian Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	52
5.8	Hasil Pengujian Berat Jenis <i>Fly Ash</i>	53
5.9	Hasil Pengujian Komposisi Kandungan <i>Fly Ash</i>	55
5.10	Hasil Pengujian Berat Jenis Abu Daun Bambu	56
5.11	Hasil Pengujian Komposisi Kandungan Abu Daun Bambu	58
5.12	Hasil Pemeriksaan Material Geopolimer	59
5.13	Volume Komposisi Bahan Penyusun Geopolimer untuk 1 Silinder	60
5.14	Jumlah penggunaan agregat pada 1 silinder beton geopolimer	61
5.15	Jumlah penggunaan bahan <i>binder</i> pada 1 silinder beton geopolimer	61
5.16	Pengujian <i>Setting Time Binder</i> Geopolimer	63
5.17	Penggunaan Larutan Aktivator Pada Pembuatan <i>Binder</i>	64
5.18	Hasil Pengujian Berat Jenis Beton Geopolimer	65
5.19	Berat Jenis Beton dan Pemakaiannya	65
5.20	Pengujian Kuat Tekan Mortar Geopolimer	67
5.21	Penggunaan Larutan Aktivator Pada Pembuatan Mortar	68
5.22	Pengujian Kuat Tekan Beton Geopolimer	70
5.23	Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Geopolimer	73
5.24	Penggunaan Larutan Aktivator Pada Pembuatan Beton	75
5.25	Penambahan Larutan Aktivator dari Rencana <i>Mix Design</i>	75

DAFTAR GAMBAR

No	Nama Gambar	Hal
4.1	Kerangka Tahapan Penelitian Tugas Akhir	22
4.2	Komposisi Perbandingan Beton Geopolimer	39
5.1	Bentuk Butiran <i>Fly Ash</i> dari Pengujian SEM-EDX	54
5.2	Pembakaran Abu Daun Bambu dan Kaolin	55
5.3	Abu daun bambu sebelum dibakar dan dicampur dengan kaolin	56
5.4	Abu daun bambu setelah dibakar dan dicampur dengan kaolin	56
5.5	Bentuk Butiran Abu Daun Bambu dari Pengujian SEM-EDX	57
5.6	Komposisi Perbandingan Beton Geopolimer	60
5.7	Hasil Pengujian <i>Setting Time Binder</i> Geopolimer	63
5.8	Pengujian Kuat Tekan Mortar Menggunakan Mesin UTM	66
5.9	Hasil Kuat Tekan Mortar Geopolimer	67
5.10a	Campuran Mortar Belum Homogen	69
5.10b	Campuran Mortar Homogen setelah ditambah larutan aktivator	69
5.11	Hasil Kuat Tekan Beton Tiap Variasi Pada Umur 28 dan 56 Hari	70
5.12	<i>Sample</i> dengan Variasi 75% Abu Daun Bambu	72
5.13	Perbandingan Warna pada Beton GADB 0 dan GADB 50	72
5.14	Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Geopolimer	74
5.15	Penambahan Larutan Aktivator dari Rencana <i>Mix Design</i> Benda Uji	76

DAFTAR PERSAMAAN

No	Nama Persamaan	Hal
3-1	Kuat Tekan Mortar Geopolimer	18
3-2	Kuat Tekan Beton	19
3-3	Modulus Elastisitas	20
3-4	Modulus Sekan	20
4-1	Keausan Agregat Kasar	28
4-2	Berat Jenis <i>Bulk</i>	29
4-3	Berat jenis SSD	29
4-4	Berat jenis semu (<i>Apparent</i>)	29
4-5	Penyerapan (<i>Absorption</i>)	29
4-6	Kandungan Lumpur	31
4-7	Modulus Halu Butir	33
4-8	Berat Jenis <i>Bulk</i>	34
4-9	Berat jenis SSD	34
4-10	Berat jenis semu (<i>Apparent</i>)	34
4-11	Penyerapan (<i>Absorption</i>)	34
4-12	Berat Jenis <i>Fly Ash</i>	35
4-13	Berat Jenis Abu Daun Bambu	36
5-1	Kandungan Lumpur	49
5-2	Berat Jenis <i>Fly Ash</i>	53
5-3	Berat Jenis Abu Daun Bambu	57
5-4	Volume Silinder	59

DAFTAR LAMPIRAN

Nama Lampiran	Hal
Pengujian Keausan Agregat Kasar dengan Mesin <i>LAA</i>	82
Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar	83
Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	84
Pengujian Kandungan Lumpur Agregat Halus	85
Pengujian Kandungan Zat Organik Agregat Halus	86
Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus	87
Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	88
Pengujian Berat Jenis <i>Fly Ash</i>	89
Pemeriksaan Kandungan <i>Fly Ash</i>	90
Gambar Hasil Uji SEM-EDX <i>Fly Ash</i>	91
Pengujian Berat Jenis Abu Daun Bambu	92
Pemeriksaan Kandungan Abu Daun Bambu	93
Gambar Hasil Uji SEM-EDX Abu Daun Bambu	94
<i>Mix Design</i> Beton Geopolimer	95
Pengujian <i>Setting Time</i>	100
Perhitungan Kuat Tekan dan Grafik Mortar Geopolimer Umur 28 Hari	106
Perhitungan Kuat Tekan Beton Geopolimer pada Umur 28 Hari	107
Perhitungan Kuat Tekan Beton Geopolimer pada Umur 56 Hari	110
Grafik Kuat Tekan Beton Geopolimer	111
Pengujian Modulus Elastisitas Beton Geopolimer	112
Alat dan Bahan Penelitian	121
Dokumentasi Proses Penelitian	124
Dokumentasi Hasil Penelitian	126

INTISARI

SIFAT MEKANIS BETON GEOPOLIMER MENGGUNAKAN ABU DAUN BAMBU SEBAGAI PENGGANTI *FLY ASH*, Andre Jeremy Yutha Luaha, NPM 150216100, Tahun 2019, Bidang Peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Beton geopolimer merupakan beton ramah lingkungan yang mengganti seluruh semen nya dengan bahan pengganti. Bahan pengganti ini bisa memanfaatkan limbah industri atau bahan alami yang memiliki komposisi seperti semen seperti *fly ash*. Tetapi, *fly ash* sendiri tergolong limbah bahan beracun dan berbahaya sehingga sebisa mungkin harus dikurangi pengurangannya. Abu daun bambu yang merupakan hasil dari pembakaran daun bambu yang sudah kering berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku geopolimer karena memiliki kandungan silika yang cukup dominan. Abu daun bambu ini juga membutuhkan proses pengaktifan reaksi dengan tambahan sodium silikat yang berfungsi sebagai pemercepat reaksi polimerisasi dan sodium hidroksida yang berfungsi sebagai pereaksi unsur Al dan Si dalam *binder* sehingga menghasilkan ikatan polimer yang kuat.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan tujuan mengetahui nilai *setting time*, kuat tekan mortar, kuat tekan beton, dan modulus elastisitas beton geopolimer. Abu daun bambu yang digunakan merupakan abu daun bambu yang dibakar kembali bersama kaolin pada suhu 550 °C selama 3 jam di *furnace*. Benda uji penelitian sebanyak 24 silinder dengan 6 variasi kadar *fly ash* : abu daun bambu sebesar 100:0 (GADB 0), 90:10 (GADB 10), 80:20 (GADB 20), 70:30 (GADB 30), 60:40 (GADB 40), dan 50:50 (GADB 50) dan umur uji 28 hari dan 56 hari. Perbandingan aktivator yang digunakan adalah 5:2 dengan molaritas NaOH 8M.. Metode *curing* yang digunakan adalah metode *dry curing*.

Hasil penelitian memperlihatkan dengan penambahan kadar abu daun bambu pada *prekursor* mengakibatkan waktu *setting time* semakin lama. Hasil pengujian kuat tekan mortar geopolimer pada 28 hari dengan perbandingan prekursor *fly ash* : abu daun bambu yaitu GADB 0, GADB 10, GADB 20, GADB 30, GADB 40, dan GADB 50 berturut-turut adalah 28,60 MPa, 23,05 MPa, 20,00 MPa, 19,30 MPa, 16,30 MPa, dan 8,56 MPa. Sedangkan untuk pengujian kuat tekan beton geopolimer pada 28 hari dengan perbandingan prekursor *fly ash* : abu daun bambu yaitu GADB 0, GADB 10, GADB 20, GADB 30, GADB 40, dan GADB 50 berturut-turut adalah 41,11 MPa, 31,50 MPa, 22,69 MPa, 18,25 MPa, 12,83 MPa, dan 8,92 MPa. Pada umur 56 hari, hasil kuat tekan beton geopolimer dengan perbandingan prekursor *fly ash* : abu daun bambu yaitu GADB 0 dan GADB 50 adalah 50,12 MPa dan 14,15 MPa. Disimpulkan semakin banyak penggunaan abu daun bambu maka hasil kuat tekan mortar dan beton semakin menurun. Hasil pengujian modulus elastisitas variasi *fly ash* : abu daun bambu yaitu GADB 0, GADB 10, GADB 20, GADB 30, GADB 40, dan GADB 50 berturut-turut 27070,7133 MPa, 23582,5805 MPa, 18630,1359 MPa, 15669,4558 MPa, 12676,6268 MPa, dan 8793,9463 Mpa. Disimpulkan bahwa modulus elastisitas berbanding lurus dengan kuat tekan beton geopolimer, penambahan penggunaan abu daun bambu menurunkan nilai modulus elastisitas beton.

Kata kunci : geopolimer, abu daun bambu, *fly ash*, *setting time*, mortar, kuat tekan, modulus elastisitas.