

**ANALISIS KUAT TEKAN BETON *GEOPOLYMER* BERBAHAN
DASAR *ZEOLITE POWDER* SUBSTITUSI *FLY ASH* DENGAN
LARUTAN PEREKAT *ALKALINE ACTIVATOR SODIUM
SILIKAT* DAN *SODIUM HIDROKSIDA***

Tugas Akhir

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

Oleh:
ANDREAS MIKHAEL AUGES SIRAIT
NPM : 140215625



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
APRIL 2018**

PERNYATAAN

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

**ANALISIS KUAT TEKAN BETON *GEOPOLYMER* BERBAHAN
DASAR *ZEOLITE POWDER* SUBSTITUSI *FLY ASH* DENGAN
LARUTAN PEREKAT *ALKALINE ACTIVATOR SODIUM
SILIKAT* DAN *SODIUM HIDROKSIDA***

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 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, 9 April 2018

Yang membuat pernyataan



(Andreas M A Sirait)

PENGESAHAN

Tugas Akhir

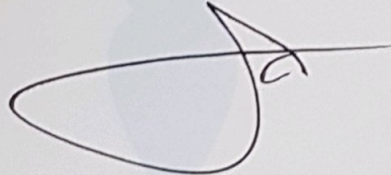
ANALISIS KUAT TEKAN BETON *GEOPOLYMER* BERBAHAN DASAR *ZEOLITE POWDER* SUBSTITUSI *FLY ASH* DENGAN LARUTAN PEREKAT *ALKALINE ACTIVATOR SODIUM* *SILIKAT* DAN *SODIUM HIDROKSIDA*

Oleh:
ANDREAS M A SIRAIT
NPM : 140215625

Telah diperiksa dan disetujui oleh Pembimbing

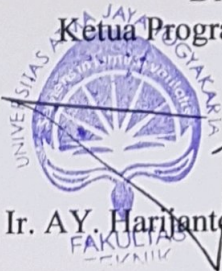
Yogyakarta, 13/4/18

Pembimbing



(Dr. Ir. Junaedi Utomo, M.Eng)

Disahkan oleh
Ketua Program Studi Teknik Sipil



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

PENGESAHAN PENGUJI

Tugas Akhir

ANALISIS KUAT TEKAN BETON *GEOPOLYMER* BERBAHAN DASAR *ZEOLITE POWDER* SUBSTITUSI *FLY ASH* DENGAN LARUTAN PEREKAT *ALKALINE ACTIVATOR SODIUM SILIKAT* DAN *SODIUM HIDROKSIDA*



Oleh:
ANDREAS MIKHAEL AUGES SIRAIT
NPM : 140215625

Telah diuji dan disetujui oleh :

	Nama	Tanggal	Tanda Tangan
Ketua	: Dr. Ir. Junaedi Utomo, M.Eng	13/4/18	
Sekretaris	: Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D	16/04/2018	
Anggota	: Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M.Eng	16/04/2018	

KATA HANTAR

Puji dan syukur yang mendalam dipanjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus karena atas berkat, kesempatan dan penyertaan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini, yang berjudul Analisis Kuat Tekan Beton *Geopolymer* Berbahan Dasar *Zeolite Powder* Sunstitusi *Fly Ash* Dengan Larutan Perekat *Alkaline Activator Sodium Silikat* Dan *Sodium Hidroksida*.

Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini penulis memperoleh banyak dukungan, motivasi dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Junaedi Utomo, M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk membantu penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Suhardjanti Felasari, S.T.,M.Sc.,CAED.,Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Bapak Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
4. Bapak Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng. selaku Koordinator Tugas Akhir Struktur. Dan sebagai dosen pembimbing akademik penulis.
5. Bapak V.Sukaryantara selaku staf Lab. Struktur dan Bahan Bangunan UAJY, yang telah banyak membantu dan memberi saran selama proses pengujian berlangsung.

6. Para Dosen di Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mendidik dan membagikan ilmu kepada penulis.
7. Kedua orang tua tercinta, Anggita dan keluarga yang telah memberikan dukungan dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Teman bertukar pikiran yang selalu membantu menyelesaikan penelitian ini, Cindy Yolanda.
9. Sahabat-sahabat penulis Anton, Komang, Frengky, Beslty, Gidion, Kevin, Bill, Diana, Carolin, Rasty, Feni, Mell, Cw, Rexy yang membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir.
10. Dan Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Akhir kata, penulis sadar bahwa laporan Tugas Akhir ini belum sempurna, sehingga penulis membutuhkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Penulis juga berharap agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua orang terutama dalam menambah wawasan dan ilmu dalam bidang Teknik Sipil ini.

Yogyakarta, 9 April 2018

Penulis



Andreas M A Sirait

NPM: 140215625

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iv
KATA HANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR PERSAMAAN	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
INTISARI	xv
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Keaslian Tugas Akhir	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Batasan Masalah	6
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 7
 BAB III LANDASAN TEORI	 15
3.1 Beton	15
3.2 Beton Geopolimer	15
3.3 Bahan Penyusun Beton Geopolimer	17
3.3.1 <i>Zeolite Powder</i>	17
3.3.2 <i>Fly Ash</i>	17
3.3.3 <i>Alkali Activator</i>	18
3.3.4 Agregat	19
3.4 Kuat Tekan Beton	21

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	23
4.1 Metodologi Penelitian	23
4.2 Alat dan Bahan	24
4.2.1 Bahan	24
4.2.2 Alat	26
4.3 Prosedur Penelitian	32
4.4 Pengujian Bahan	33
4.4.1 Agregat Halus	33
4.4.2 Agregat Kasar	37
4.4.3 <i>Zeolite Powder</i>	39
4.4.4 <i>Fly Ash</i>	40
4.5 Pelaksanaan Pembuatan Benda Uji	41
4.5.1 Pembuatan <i>Zeolite Powder</i>	42
4.5.2 Pembuatan <i>Alkali Activator</i>	42
4.5.3 Pengujian Agregat Kasar dan Halus	43
4.5.4 Pengujian Kandungan <i>Zeolite Powder</i> dan <i>Fly Ash</i>	43
4.5.5 Pembuatan Adukan Beton Geopolimer	44
4.6 Jadwal Pelaksanaan Tugas Akhir	46
BAB V PEMBAHASAN	47
5.1 Hasil dan Pembahasan Pengujian Bahan dan Material	47
5.1.1 Pengujian Agregat Halus	47
5.1.2 Pengujian Agregat Kasar	50
5.1.3 Pengujian Bahan <i>Zeolite Powder</i>	52
5.1.4 Pengujian Bahan <i>Fly Ash</i>	53
5.2 Pengujian <i>Slump</i>	54
5.3 Berat Jenis Beton	55
5.4 Pengujian Kuat Tekan Beton	58

5.4.1 Pengujian Kuat Tekan Geopolimer Dengan Bahan Utama <i>Zeolite Powder</i>	58
5.4.2 Pengujian Kuat Tekan Geopolimer Dengan Bahan Utama <i>Zeolite Powder</i> Yang Disubstitusi Dengan <i>Fly Ash</i>	62
5.5 Perbandingan Hasil Kuat Tekan Geopolimer Berbahan Dasar <i>Zeolite Powder</i> Dengan Beton Geopolimer <i>Zeolite</i> Yang Disubstitusikan Dengan <i>Fly Ash</i>	66
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	71
6.1 Kesimpulan	71
6.2 Saran	72
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN	77

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Mutu Beton dan Penggunaan	14
Tabel 3.1	<i>Chemical Composition of Fly Ash and Zeolites of Natural and Synthetic Types (by Wight%)</i>	17
Tabel 3.2	Gradasi Standar Agregat Halus (ASTM C – 33)	20
Tabel 3.3	Susunan Besar Butiran Agregat Kasar	20
Tabel 4.1	Variasi Benda Uji.....	45
Tabel 4.2	Jadwal Pengerjaan Tugas Akhir.....	46
Tabel 5.1	Analisis Saringan Agregat Halus	47
Tabel 5.2	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	48
Tabel 5.3	Hubungan Warna dan Kelayakan Agregat Halus	50
Tabel 5.4	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	51
Tabel 5.5	Kandungan Zat Dalam <i>Zeolite Powder</i>	52
Tabel 5.6	Kandungan Zat Dalam <i>Fly Ash</i>	53
Tabel 5.7	Hasil Pengujian Kuat Slump Beton Geopolimer	54
Tabel 5.8	Berat Jenis Beton dan Pemakaiannya	55
Tabel 5.9	Berat Jenis Rata-rata Beton Umur 7 Hari	55
Tabel 5.10	Berat Jenis Rata-rata Beton Umur 14 Hari	56
Tabel 5.11	Beart Jenis Rata-rata Beton Umur 28 Hari	56
Tabel 5.12	Tabel Kuat Tekan Beton Geopolimer Berbahan Dasar <i>Zeolite</i> 100 %	59
Tabel 5.13	Kuat Tekan Beton Geopolimer Umur 7 Hari.....	63
Tabel 5.14	Kuat Tekan Beton Geopolimer Umur 14 Hari.....	64
Tabel 5.15	Kuat Tekan Beton Geopolimer Umur 28 Hari.....	64
Tabel 5.16	Mutu Beton dan Penggunaan	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik Tes Kuat Tekan Beton Geopolimer Pada Molaritas Larutan NaOH 8M & 10M Umur 28 Hari	8
Gambar 2.2 Grafik Jumlah Pori Terbuka Binder Geopolimer Pada Molaritas Larutan NaOH 8M & 10M	8
Gambar 2.3 <i>Predicted and Test Stress – Strain Relations for Concrete mad from Mixtrue 1</i>	12
Gambar 2.4 <i>Predicted and Test Stress – Strain Relations for Concrete mad from Mixtrue 2</i>	12
Gambar 2.5 <i>Predicted and Test Stress – Strain Relations for Concrete mad from Mixtrue 3</i>	12
Gambar 4.1 Pasir Kali Progo	25
Gambar 4.2 Kerikil Kali Clereng	25
Gambar 4.3 NaOH (<i>Sodium Hidroksida</i>)	25
Gambar 4.4 Na ₂ SiO ₃ (<i>Sodium Silikat</i>)	25
Gambar 4.5 Aquades	25
Gambar 4.6 Zeolite Powder	26
Gambar 4.7 <i>Fly Ash</i> PLTU PT. UBJ Paiton Unit IX Tipe F	26
Gambar 4.8 Cetakan Silinder 100/200	26
Gambar 4.9 Kerucut <i>Abrams</i>	27
Gambar 4.10 Bak Adukan Beton	27
Gambar 4.11 Oven Listrik	27
Gambar 4.12 Gelas Ukur	28
Gambar 4.13 Labu Elenmeyer	28
Gambar 4.14 <i>Vertical Cylinder Caping Set</i>	28
Gambar 4.15 Timbangan Digital	29

Gambar 4.16 Kaliper.....	29
Gambar 4.17 <i>Los Angeles Abrasion Machine</i>	29
Gambar 4.18 <i>Universal Testing Machine (UTM)</i> dengan merek <i>Shimadzu</i> <i>UMH - 30</i>	30
Gambar 4.19 Piring.....	30
Gambar 4.20 Kuas	30
Gambar 4.21 Ember Plastik	30
Gambar 4.22 Cetokan	30
Gambar 4.23 Alat Tulis.....	31
Gambar 4.24 Palu.....	31
Gambar 4.25 Masker.....	31
Gambar 4.26 Sarung Tangan	31
Gambar 4.27 Bagan Prosedur Pelaksanaan Penelitian	32
Gambar 4.28 Bagan <i>Mix Design</i>	44
Gambar 5.1 Grafik Berat Jenis Beton Geopolimer 7 Hari.....	55
Gambar 5.2 Grafik Berat Jenis Beton Geopolimer 14 Hari.....	56
Gambar 5.3 Grafik Berat Jenis Beton Geopolimer 28 Hari.....	57
Gambar 5.4 Beton 100% <i>Zeolite</i>	61
Gambar 5.5 Bagian Dalam Beton 100% <i>Zeolite</i>	61
Gambar 5.6 Beton 100% <i>Zeolite</i> Tidak Terjadi Polimerisasi	61
Gambar 5.7 Beton 100% <i>Zeolite</i> Setelah Dioven	61
Gambar 5.8 Grafik Kuat Tekan Beton.....	65
Gambar 5.9 Bagian Retak Pada Sample 100% <i>Zeolite</i>	66
Gambar 5.10 Sample 100% <i>Zeolite</i> Tidak Mengeras	66
Gambar 5.11 Sample 100% <i>Zeolite</i> Yang Menempel Pada Cetakan.....	66
Gambar 5.12 Grafik Perbandingan Kuat Tekan Umur 7 Hari	67
Gambar 5.13 Grafik Perbandingan SiO_2 , Al_2O_3 , CaO dan Fe_2O_3	68

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 3-1 Skema Pembentukan Beton Geopolimer.....	16
Persamaan 3-2 Kuat Tekan Beton.....	22
Persamaan 4-1 Kandungan Lumpur.....	36
Persamaan 4-2 Berat Jenis Batu.....	37
Persamaan 4-3 Berat Jenis <i>Zeolite Powder</i>	40
Persamaan 4-4 Berat Jenis <i>Fly Ash</i>	41

DAFTAR LAMPIRAN

A Pengujian Bahan	78
A.1 Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus	78
A.2 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	79
A.3 Pengujian Kandungan Lumpur Agregat Halus	80
A.4 Pengujian Kandungan Zat Organik Agregat Halus	81
A.5 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	82
A.6 Pengujian Zat Organik Agregat Kasar	83
A.7 Pengujian Kandungan Lumpur Agregat Kasar	84
A.8 Pemeriksaan Berat Jenis <i>Fly Ash</i>	85
A.9 Pemeriksaan Berat Jenis <i>Zeolite Powder</i>	86
B Pemeriksaan Kandungan Bahan <i>Zeolite Powder</i> dan <i>Fly Ash</i>	87
C Pengujian Kuat Tekan Beton Geopolimer	88
C.1 Pengujian Kuat Tekan Beton Geopolimer 100% <i>Zeolite Powder</i>	88
C.2 Pengujian Kuat Tekan Beton Geopolimer <i>Zeolite Powder</i> Substitusi <i>Fly Ash</i>	89

INTISARI

“ANALISIS KUAT TEKAN BETON *GEOPOLYMER* BERBAHAN DASAR *ZEOLITE POWDER* SUBSTITUSI *FLY ASH* DENGAN LARUTAN PEREKAT *ALKALINE ACTIVATOR SODIUM SILIKAT* DAN *SODIUM HIDROKSIDA*”

Andreas Mikhael Auges Sirait, NPM: 140215625, Tahun 2018, Bidang Peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Beton *geopolymer* merupakan sebuah inovasi untuk menghasilkan beton yang lebih ramah lingkungan seperti mengganti penggunaan semen. Salah satu material yang sudah diteliti dapat digunakan sebagai bahan dasar dalam beton *geopolymer* adalah abu terbang atau *fly ash* namun *fly ash* masih tergolong sebagai limbah berbahaya dan beracun menurut peraturan pemerintah. Berdasarkan hal tersebut, peneliti melakukan penelitian untuk meninjau kuat tekan dari beton dengan bahan dasar utama alami yaitu *natural zeolite* dalam bentuk *zeolite powder* dan substitusi *fly ash* untuk mengurangi jumlah penggunaannya.

Penelitian ini diawali dengan melakukan pembuatan beton *geopolymer* menggunakan bahan dasar *zeolite powder* dan larutan perekat *alkaline activator* 10M dengan perbandingan *sodium hidroksida* dan *sodium silikat* adalah sebesar 1: 2,5. *Zeolite powder* yang telah dibakar, *alkaline activator* dan agregat kasar serta halus, dicampurkan lalu dimasukkan pada cetakan silinder dan didiamkan selama 7 hari pada suhu ruangan. Adapun hasil kuat tekan yang diperoleh paling besar adalah 0,69 MPa, yang berarti tidak memenuhi standar berdasarkan standar dari Departemen Pekerjaan Umum mengenai mutu beton. Melalui hasil tersebut maka peneliti mensubstitusikan *fly ash* ke dalam campuran di atas, dengan 3 *sample* yaitu 25% *fly ash*-75% *zeolite powder*, 50% *fly ash*-50% *zeolite powder*, dan 75% *fly ash*-25% *zeolite powder*, yang masing-masing didiamkan selama 7, 14 dan 28 hari pada suhu ruangan.

Hasil rata-rata nilai kuat tekan yang diperoleh dari 3 *sample* yaitu 25% *fly ash*-75% *zeolite powder*, 50% *fly ash*-50% *zeolite powder*, dan 75% *fly ash*-25% *zeolite powder*, selama 7 hari secara urut adalah 3,92 MPa, 8,15 MPa, dan 9,06 MPa. Hasil untuk 14 hari secara urut adalah 6,62 MPa, 9 MPa, dan 11,47 MPa, sedangkan untuk 28 hari adalah 9,70 MPa, 12,16 MPa, dan 13,97 MPa. Melalui hasil tersebut dapat dilihat bahwa nilai yang memenuhi standar mutu beton adalah beton 50% *fly ash*-50% *zeolite powder*, dan 75% *fly ash*-25% *zeolite powder* yang berumur 28 hari, dengan kuat tekan lebih dari 10 MPa dan dibawah 15 MPa, yang termasuk dalam klasifikasi jenis beton mutu rendah.

Kata Kunci: Beton *geopolymer*, *natural zeolite*, *zeolite powder*, *fly ash*, kuat tekan beton *geopolymer*.