

**PENGARUH PENAMBAHAN BORAKS TERHADAP WAKTU
IKAT DAN SIFAT MEKANIK BETON GEOPOLIMER
BERBASIS ABU TERBANG**

Laporan Tugas Akhir

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :

HENRI PERDANA NATIO

NPM. 150215986



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
JULI 2019**

**PENGARUH PENAMBAHAN BORAKS TERHADAP WAKTU
IKAT DAN SIFAT MEKANIK BETON GEOPOLIMER
BERBASIS ABU TERBANG**

Laporan Tugas Akhir

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :

HENRI PERDANA NATIO

NPM. 150215986



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
JULI 2019**

PERNYATAAN

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

PENGARUH PENAMBAHAN BORAKS TERHADAP WAKTU IKAT DAN SIFAT MEKANIK BETON GEOPOLIMER BERBASIS ABU TERBANG

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 izajah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, Juli 2019

Yang membuat pernyataan,



(Henri Perdana Natio)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PENGARUH PENAMBAHAN BORAKS TERHADAP WAKTU IKAT DAN SIFAT MEKANIK BETON GEOPOLIMER BERBASIS ABU TERBANG

Oleh :

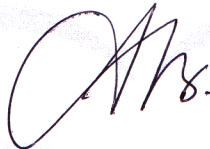
HENRI PERDANA NATIO

NPM : 150215986

telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta, 19 Juli 2019

Pembimbing

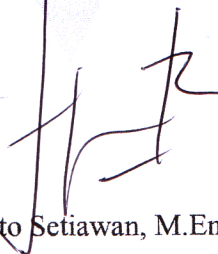


(Angelina Eva Lianasari, S.T., M.T.)

Disahkan oleh :

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



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

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PENGARUH PENAMBAHAN BORAKS TERHADAP WAKTU IKAT DAN SIFAT MEKANIK BETON GEOPOLIMER BERBASIS ABU TERBANG

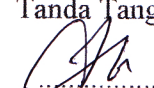
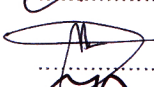
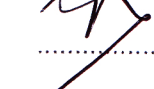


Oleh :

HENRI PERDANA NATIO

NPM : 150215986

Telah diuji dan disetujui oleh

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	: Angelina Eva Lianasari, S.T., M.T.		19/7-2019
Sekretaris	: Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng.		19/7-2019
Anggota	: Johanes Januar Sudjati, S.T., M.T.		19/7-19

七転び八起き

Fall Down 7 Times, Stand Up 8

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada kedua orang tua saya yang sudah mempercayai dan mendukung saya selama proses pengerjaan

Tugas Akhir.

KATA HANTAR

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena dengan penyertaan, berkat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan tinggi Program Strata-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Dalam kesempatan kali ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung dalam proses mengerjakan Tugas Akhir ini karena penulis menyadari Tugas Akhir ini tidak akan mampu diselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak, 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. 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. Dr.Ir. 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 dalam bidang teknik sipil.
7. Kedua orang tua dan saudara yang selalu mendoakan, memberi semangat, dan mempercayai penulis dalam proses pembuatan Tugas Akhir ini sehingga dapat berjalan dengan lancar.

8. *Batching Plant* PT. HOLCIM Indonesia yang telah memberikan bantuan material untuk kelancaran Tugas Akhir
9. Teman-teman peminatan Tugas Akhir Struktur, yaitu: Ratna, Arga, Zaki, Adi Sukma, Gus Adhi, Andre, Mikael, David, Osha, Pingkan, Hugo, Bagus yang saling membantu dan memberi semangat selama proses mengerjakan Tugas Akhir sehingga dapat berjalan lancar.
10. Teman-teman sepermainan sejak awal kuliah hingga sekarang kita sudah di fase akhir masa kuliah yaitu Osha, Bagas, Yulli, Adi Sukma, David.
11. Teman teman Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang sudah meluangkan waktu untuk membantu proses pengerjaan tugas akhir yaitu : Andhika, Dito, Bagas, Willyam, Dera, Selo, Tommy, Edy, Sandy, Yulli, Eko, Anand, Jeffri, Epen, Fredi, Yohanes, Yudha, Cornel, Yoshi.
12. Teman-teman Asisten Laboratorium Bahan Perkerasan Jalan, yaitu: Willyam, Bagas, Oneal, Andre, Arti, Elen, Monic, Amel, Dhany, Karsuti.
13. 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, Juli 2019

Penulis,

Henri Perdana Natio

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGESAHAN PENGUJI	iv
HALAMAN MOTTO	v
KATA HANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR PERSAMAAN	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
INTISARI	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Keaslian Tugas Akhir	4
1.5 Tujuan Tugas Akhir.....	5
1.6 Manfaat Tugas Akhir.....	5
1.7 Lokasi Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Beton Geopolimer	6
2.2 Penelitian Boraks.....	7
2.3 Suhu dan Waktu Curing Beton Geopolimer	8
2.4 Konsentrasi NaOH dan Rasio Na_2SiO_3 : NaOH	8
BAB III LANDASAN TEORI	10
3.1 Material Penyusun Beton Geopolimer	10
3.1.1 <i>Fly Ash</i>	10
3.1.2 Agregat Halus	12
3.1.3 Agregat Kasar	13
3.1.4 Boraks	14
3.1.5 Alkali Aktivator	14
3.1.6 <i>Aquades</i>	15
3.2 <i>Setting Time</i>	15
3.3 Kuat Tekan Beton	15
3.4 Kuat Tarik Belah	17
3.5 Modulus Elastisitas.....	17

BAB IV METODOLOGI TUGAS AKHIR	18
4.1 Umum	18
4.2 Kerangka Alur 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 Agregat Kasar	23
4.5.3 Agregat Halus.....	26
4.6 Uji <i>Setting Time</i>	31
4.7 Pengujian <i>Slump</i>	31
4.8 Pembuatan Benda Uji	32
4.9 Pengujian Benda Uji.....	35
4.9.1 Pengujian Kuat Tekan Beton.....	36
4.9.2 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	36
4.9.3 Pengujian Modulus Elastisitas Beton.....	36
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	38
5.1 Hasil Pengujian Bahan Campuran Beton Geopolimer	38
5.1.1 <i>Fly Ash</i> (Abu Terbang)	38
5.1.2 Agregat Kasar	40
5.1.3 Agregat Halus	43
5.2 <i>Mix Design</i> Beton Geopolimer.....	47
5.3 Pengujian Nilai <i>Slump</i>	50
5.4 Pengujian Berat Jenis Beton	51
5.5 Pengujian <i>Setting Time</i>	52
5.6 Pengujian Kuat Tekan Beton	54
5.7 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	57
5.8 Pengujian Modulus Elastisitas Beton	59
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	61
6.1 Kesimpulan	61
6.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA.....	63
LAMPIRAN	66

DAFTAR TABEL

No	Nama Tabel	Hal
3.1	Persyaratan Kandungan Kimia <i>Fly Ash</i> Kelas F	11
3.2	Komposisi Kimia Penyusun <i>Fly Ash</i> Kelas F	11
3.3	Gradasi Ideal Agregat Halus	13
3.4	Gradasi Ideal Agregat Kasar	14
3.5	Faktor Koreksi Kuat Tekan Silinder Beton Berdasarkan Diameter Benda Uji ($L/D=2$)	16
4.1	Variasi Benda Uji	34
5.1	Hasil Pemeriksaan Berat Jenis <i>Fly Ash</i>	38
5.2	Hasil Pengujian Kandungan Kimia <i>Fly Ash</i>	39
5.3	Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	41
5.4	Hasil Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar	42
5.5	Hasil Pemeriksaan Gradasi Agregat Kasar	42
5.6	Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	43
5.7	Hubungan Warna Larutan dengan Kandungan Zat Organik	44
5.8	Hasil Pemeriksaan Kandungan Lumpur Agregat Halus	46
5.9	Hasil Pemeriksaan Gradasi Agregat Halus	47
5.10	Hasil Pengujian Berat Jenis Material Beton Geopolimer	47
5.11	Volume Komposisi Material Untuk Kebutuhan 1m^3	49
5.12	Kebutuhan Material Per 1m^3	49
5.13	Hasil Pengujian <i>Slump</i>	50
5.14	Hasil Pengujian Berat Jenis Beton Geopolimer	51
5.15	Hasil Pengujian <i>Setting Time</i> dengan variasi penambahan 0%, 5%, 10%, dan 15% boraks	52
5.16	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Geopolimer	54
5.17	Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Geopolimer	58
5.18	Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Geopolimer	59

DAFTAR GAMBAR

No	Nama Gambar	Hal
3.1	Uji Kuat Tekan Beton pada Benda Uji Silinder	17
4.1	Sistematika Metode Penelitian	19
4.2	Perbandingan Komposisi Beton Geopolimer	33
5.1	Hasil Pengujian Kandungan Kimia <i>Fly Ash</i> Perbesaran (a) 200x, (b) 400x, (c) 1000x, (d) 2000x	40
5.2	Hasil Pengujian Kadar Zat Organik Agregat Halus	45
5.3	Perbandingan Komposisi Beton Geopolimer	48
5.4	Grafik Hasil Uji <i>Slump</i>	50
5.5	Grafik Hasil Pengujian <i>Setting Time</i> Beton Geopolimer	53
5.6	Benda Uji Hasil Pengujian <i>Setting Time</i> variasi 5% boraks	53
5.7	Grafik Pengujian Kuat Tekan Beton	55
5.8	Pengujian Kuat Tekan Beton	55
5.9	Hasil Analisa RDF Bagheri dkk, 2017 untuk Na dengan kadar boraks (a) 0%, (b) 10%, (c) 30%, (d) 50%	56
5.10	Grafik Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah	57
5.11	Pengujian Kuat Tarik Belah	58
5.12	Grafik Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton	59

DAFTAR PERSAMAAN

No	Nama Persamaan	Hal
3-1	Kuat Tekan	16
3-2	Kuat Tarik Belah	17
3-3	Modulus Elastisitas	17
4-1	Berat Jenis <i>Fly Ash</i>	23
4-2	Keausan Agregat Kasar	24
4-3	Berat Jenis <i>Bulk</i>	25
4-4	Berat jenis SSD	25
4-5	Berat jenis semu (<i>Apparent</i>)	25
4-6	Penyerapan (<i>Absorption</i>)	25
4-7	Kandungan Lumpur	28
4-8	Modulus Halus Butir	29
4-9	Berat Jenis <i>Bulk</i>	30
4-10	Berat jenis SSD	30
4-11	Berat jenis semu (<i>Apparent</i>)	30
4-12	Penyerapan (<i>Absorption</i>)	30
5-1	Berat Jenis <i>Fly Ash</i>	38
5-2	Kandungan Lumpur	46
5-3	Volume Silinder	48

DAFTAR LAMPIRAN

Nama Lampiran	Hal
Pemeriksaan Berat Jenis <i>Fly Ash</i>	66
Pemeriksaan Komposisi Kandungan <i>Fly Ash</i>	67
Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	68
Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar	69
Pemeriksaan Gradasi Agregat Kasar	70
Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	71
Pemeriksaan Kandungan Zat Organik Agregat Halus	72
Pemeriksaan Kandungan Lumpur Agregat Halus	73
Pemeriksaan Gradasi Besar Butiran Agregat Kasar	74
Perhitungan Berat Jenis, Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah dan Modulus Elastisitas Beton Geopolimer Umur 28 Hari	75
Pemeriksaan Berat Jenis dan Kuat Tekan Beton Geopolimer 56 Hari	76
Pengujian Modulus Elastisitas Beton Geopolimer	77
<i>Mix Design</i> Beton Geopolimer	92
Alat dan Bahan Penelitian	96
Dokumentasi Proses Penelitian	102

INTISARI

PENGARUH PENAMBAHAN BORAKS TERHADAP WAKTU IKAT DAN SIFAT MEKANIK BETON GEOPOLIMER BERBASIS ABU TERBANG,

Henri Perdana Natio, NPM 150215986, Tahun 2019, Bidang Peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Beton geopolimer adalah beton yang ramah lingkungan karena pada dasarnya beton geopolimer menggunakan material anorganik yang mengandung Si dan Al yang kemudian ditambahkan aktivator (NaOH dan Na_2SiO_3) sebagai pengganti semen yang pada proses pembuatannya menghasilkan CO_2 . Walaupun kuat tekan beton geopolimer cukup tinggi, salah satu kelemahan beton geopolimer adalah *setting timenya* yang sangat cepat.

Metode uji ekperimental pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui pengaruh boraks terhadap waktu ikat, *slump*, dan sifat mekanik beton geopolimer. Jumlah benda uji yang digunakan pada penelitian ini berjumlah 36 buah. Molaritas NaOH yang digunakan 8M, dengan perbandingan Na_2SiO_3 :NaOH adalah 2:5. Kadar boraks yang ditambahkan adalah 0%, 5%, 10%, dan 15% dari massa *fly ash*. Metode *curing* menggunakan metode *ambient curing* dan *dry curing* dengan suhu 60°C selama 24 jam . Pengujian yang dilakukan adalah pengujian nilai *slump*, pengujian vicat, pengujian berat jenis, pengujian kuat tekan, pengujian kuat tarik belah, dan pengujian modulus elastisitas.

Hasil pengujian *setting time* dengan variasi 0%, 5%, 10%, dan 15% boraks menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan boraks maka *setting timenya* akan bertambah lama, hasil pengujiannya secara berurutan adalah 60 menit, 105 menit, 165 menit, 240 menit. Dengan variasi penambahan 0%, 5%, 10%, dan 15% boraks dari massa *fly ash* secara berurutan, hasil kuat tekan pada umur 28 hari yang didapat adalah 45,09 MPa; 48,46 MPa; 36,02 MPa; dan 28,32 MPa. Hasil kuat tekan pada umur 56 hari adalah 46,14 MPa; 50,66 MPa; 38,44 MPa; 30,71 MPa. Hasil pengujian kuat tarik belah pada umur 28 hari didapat hasil 5,18 MPa; 5,31 MPa; 4,18 MPa; 4,01 MPa. Hasil pengujian modulus elastisitas umur 28 hari dengan didapat hasil 27905 MPa; 29137,47 MPa; 23845,48 Mpa; 21945,07 MPa. Berdasar hasil pengujian, kadar boraks optimum untuk pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas terdapat pada variasi penambahan 5% boraks.

Kata kunci : geopolimer, *setting time*, kuat tekan, kuat tarik belah, modulus elastisitas, boraks.