

**PENGARUH KADAR SODIUM GLUKONAT TERHADAP
SIFAT MEKANIK BETON *GEOPOLYMER***

Laporan Tugas Akhir

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :

YOSEPH TRILAKSONO FAJAR BAWONO

NPM : 16 02 16328



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

PERNYATAAN


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

PENGARUH KADAR SODIUM GLUKONAT 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, Juni 2021

Yang membuat pernyataan,

(Yoseph Trilaksono Fajar Bawono)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

**PENGARUH KADAR SODIUM GLUKONAT TERHADAP
SIFAT MEKANIK BETON *GEOPOLYMER***

Oleh :

YOSEPH TRILAKSONO FAJAR BAWONO

NPM : 16 02 16328

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 KADAR SODIUM GLUKONAT TERHADAP
SIFAT MEKANIK BETON *GEOPOLYMER***



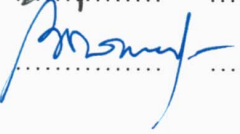


Oleh :

YOSEPH TRILAKSONO FAJAR BAWONO

NPM : 16 02 16328

Telah diuji dan disetujui oleh

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	: Angelina Eva Lianasari, S.T., M.T.	
Sekretaris	: Johan Ardianto, S.T., M.Eng.	
Anggota	: Imam Basuki, Ir., M.T., Dr.	

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 Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil 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 Imam Basuki, Ir., M.T., Dr., selaku Kepala Departemen Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Bapak Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
4. 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.
5. Bapak Dinar Gumilang Jati, S.T., M. Eng., selaku koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta

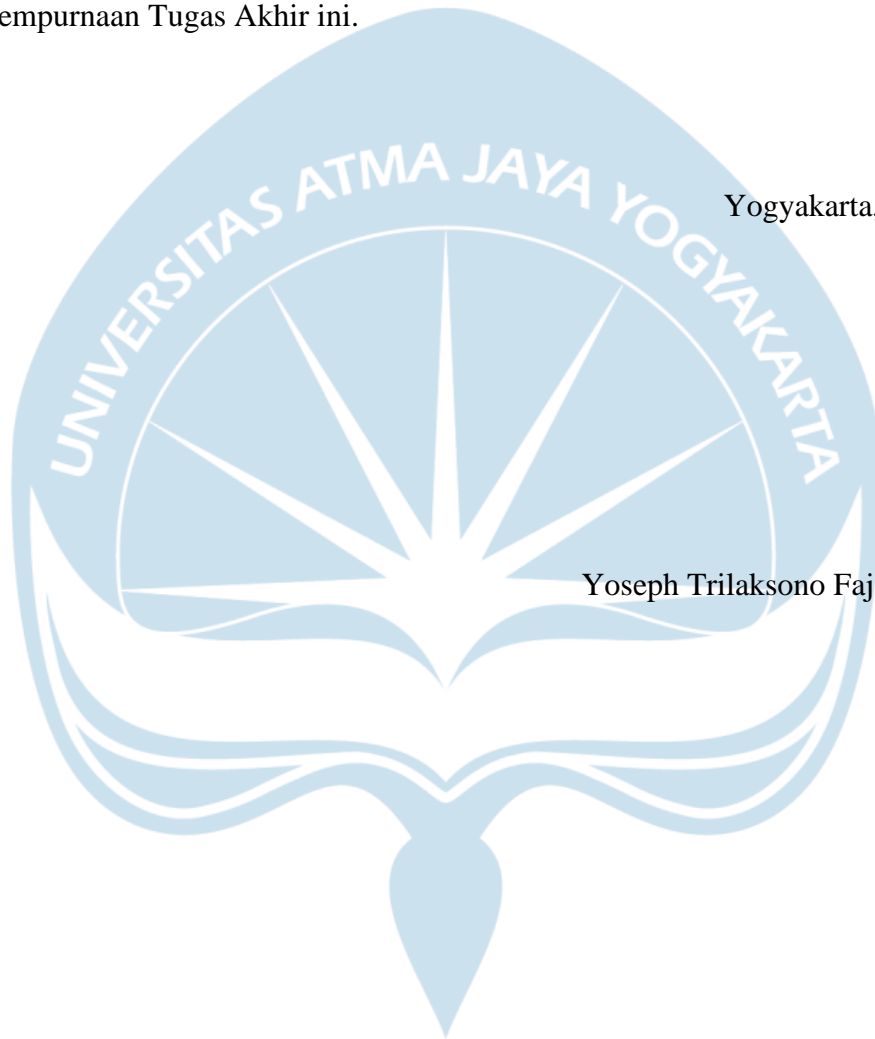
6. Bapak V. Sukaryantara, selaku Staf Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan yang telah membantu dan memberikan saran selama pengujian Tugas Akhir.
7. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mengajarkan ilmu pengetahuan dalam bidang teknik sipil.
8. Kedua orang tua dan saudara yang telah mendukung dan memberikan semangat dalam proses pembuatan Tugas Akhir ini sehingga lancar.
9. PT Solusi Bangun Indonesia yang mensponsori material untuk penelitian Tugas Akhir ini.
10. Teman seperjuangan beton yaitu Ignasius Christian Efendi, Kurniawan Handaya, Bonifasius Dwiestantyo, Artia Anandio Ragetisvara, dan Fernando Abel Widjaja yang telah memberikan bantuan dan semangat dalam proses mengerjakan Tugas Akhir sehingga dapat berjalan lancar.
11. Teman – teman Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta, yaitu Haraka, Irfan, Randy, Michael, Tanto, Nanda, Meko, Yoga, Nando, Adhi, Jimmy dan yang lainnya sudah meluangkan waktu untuk ikut serta dalam membantu proses pengerjaan Tugas Akhir.
12. Teman – teman seperjuangan di kantor yaitu Roy, Dudud, Krisnandio dan Nodi yang selalu memberikan semangat dan dukungan selama mengerjakan Tugas Akhir ini.
13. Teman – teman Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan.
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 mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Yogyakarta, Juni 2021

Penulis,

Yoseph Trilaksono Fajar Bawono



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGESAHAN PENGUJI	iv
KATA PENGHANTAR	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR PERSAMAAN	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
INTISARI	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
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 Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Uraian Umum	7
2.2 Beton <i>Geopolymer</i>	7
2.3 Bahan Tambah pada Beton <i>Geopolymer</i>	9
2.4 Suhu dan Waktu <i>Curing</i> Beton <i>Geopolymer</i>	12
BAB III LANDASAN TEORI	14
3.1 Pengertian Beton <i>Geopolymer</i>	14
3.2 Material Penyusun Beton <i>Geopolymer</i>	14
3.2.1 Agregat Halus.....	15
3.2.2 Agregat Kasar.....	16
3.2.3 <i>Fly Ash</i>	17
3.2.4 Alkali Aktivator.....	18
3.2.5 <i>Aquades</i>	18
3.2.6 Bahan Tambah.....	19
3.3 Pengujian Beton <i>Geopolymer</i>	19
3.3.1 <i>Workability</i> (Keleccakan)	19
3.3.2 <i>Setting Time</i>	19
3.3.3 Kuat Tekan Beton	20
3.3.4 Kuat Tarik Belah.....	20

3.3.5	Modulus Elastisitas	21
3.3.6	Kuat Lentur (<i>Modulus of Rupture</i>)	21
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN		23
4.1	Umum	23
4.2	Kerangka Penelitian.....	24
4.3	Alat	25
4.4	Bahan	26
4.5	Pengujian Bahan	27
4.5.1	Agregat Kasar	27
4.5.2	Agregat Halus	29
4.5.3	<i>Fly Ash</i>	33
4.6	Pembuatan <i>Alkaline Activator</i>	33
4.7	Uji <i>Setting Time</i>	34
4.8	Uji <i>Slump</i>	35
4.9	Pembuatan Benda Uji	36
4.10	Pengujian Benda Uji	37
4.10.1	Pengujian Kuat Tekan.....	38
4.10.2	Pengujian Kuat Tarik Belah.....	38
4.10.3	Pengujian Modulus Elastisitas	38
4.10.4	Pengujian <i>Modulus of Rupture</i>	39
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN		40
5.1	Hasil Pengujian Bahan Adukan Beton <i>Geopolymer</i>	40
5.1.1	Agregat Kasar	40
5.1.2	Agregat Halus	41
5.1.3	<i>Fly Ash</i>	44
5.1.4	Pengujian <i>Setting Time</i>	44
5.2	<i>Mix Design</i> Beton <i>Geopolymer</i>	47
5.3	Pengujian Nilai <i>Slump</i> Beton <i>Geopolymer</i>	50
5.4	Pengujian Berat Jenis Beton <i>Geopolymer</i>	52
5.5	Pengujian Kuat Tekan Beton <i>Geopolymer</i>	52
5.6	Pengujian Kuat Tarik Belah Beton <i>Geopolymer</i>	53
5.7	Pengujian Modulus Elastisitas Beton <i>Geopolymer</i>	55
5.8	Pengujian <i>Modulus of Rupture</i> Beton <i>Geopolymer</i>	56
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		58
6.1	Kesimpulan	58
6.2	Saran	59
DAFTAR PUSTAKA		60
LAMPIRAN.....		63

DAFTAR TABEL

3.1	Batas – Batas Gradasi Agregat Halus	16
3.2	Gradasi Saringan Ideal Agregat Kasar	17
3.3	Persyaratan Mutu <i>Fly Ash</i>	17
3.4	Kandungan pada <i>Fly Ash</i> Kelas C	18
4.1	Detail Benda Uji	37
5.1	Hasil Pengujian Keausan Agregat Kasar	40
5.2	Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	41
5.3	Hasil Pengujian Kandungan Lumpur	42
5.4	Hasil Pengujian Kandungan Lumpur Setelah Dicuci	42
5.5	Keterkaitan Warna Larutan dengan Kandungan Zat Organik	43
5.6	Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan	43
5.7	Hasil Pengujian <i>Fly Ash</i>	44
5.8	Hasil Pengujian <i>Setting Time</i> 0% Sodium Glukonat	45
5.9	Hasil Pengujian <i>Setting Time</i> 1% Sodium Glukonat	45
5.10	Hasil Pengujian <i>Setting Time</i> 1,5% Sodium Glukonat	46
5.11	Hasil Pengujian <i>Setting Time</i> 2% Sodium Glukonat	46
5.12	Hasil Pengujian Berat Jenis Bahan Campuran Beton	47
5.13	Volume Komposisi Material Untuk Kebutuhan 1m ³	48
5.14	Kebutuhan Material Campuran Beton <i>Geopolymer</i> per 1m ³	48
5.15	Biaya Kebutuhan Beton <i>Geopolymer</i> 0% Sodium Glukonat	49
5.16	Biaya Kebutuhan Beton <i>Geopolymer</i> 1% Sodium Glukonat	49
5.17	Biaya Kebutuhan Beton <i>Geopolymer</i> 1,5% Sodium Glukonat	50
5.18	Biaya Kebutuhan Beton <i>Geopolymer</i> 2% Sodium Glukonat	50
5.19	Hasil Pengujian Nilai <i>Slump</i>	51
5.20	Hasil Pengujian Berat Jenis Beton <i>Geopolymer</i>	52
5.21	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton <i>Geopolymer</i>	53
5.22	Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton <i>Geopolymer</i>	54

5.23	Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton <i>Geopolymer</i>	55
5.24	Hasil Pengujian <i>Modulus of Rupture</i> Beton <i>Geopolymer</i>	56



DAFTAR GAMBAR

4.1	Kerangka Alur Penelitian	24
4.2	Alat Vicat	35
4.3	Pengujian Nilai <i>Slump</i> Beton	35
4.4	Komposisi Beton <i>Geopolymer</i>	36
4.5	Pembebanan <i>Modulus of Rupture</i> Beton	39
5.1	Hasil Pengujian Kandungan Zat Organik	43
5.2	Grafik Gabungan <i>Setting Time</i>	47
5.3	Hasil Pengujian Nilai <i>Slump</i> Beton <i>Geopolymer</i>	51
5.4	Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton <i>Geopolymer</i>	53
5.5	Grafik Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton <i>Geopolymer</i>	54
5.6	Grafik Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton <i>Geopolymer</i>	55
5.7	Grafik Hasil Pengujian <i>Modulus of Rupture</i> Beton <i>Geopolymer</i>	57

DAFTAR PERSAMAAN

3-1	Kuat Tekan Beton	20
3-2	Kuat Tarik Belah Beton	21
3-3	Modulus Elastisitas Beton	21
3-4	Kuat Lentur Beton	22
4-1	Keausan Agregat Kasar	28
4-2	Berat Jenis Semu Agregat Kasar	29
4-3	Berat Jenis SSD Agregat Kasar	29
4-4	Berat Jenis <i>Bulk</i> Agregat Kasar	29
4-5	Penyerapan (<i>Absorption</i>) Agregat Kasar	29
4-6	Kandungan Lumpur	30
4-7	Berat Jenis <i>Bulk</i> Agregat Halus	32
4-8	Berat Jenis SSD Agregat Halus	32
4-9	Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>)	32
4-10	Penyerapan (<i>Absorption</i>)	32
4-11	Berat Jenis <i>Fly Ash</i>	33

DAFTAR LAMPIRAN

Pengujian Berat Jenis <i>Fly Ash</i>	63
Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	64
Pengujian Keausan Agregat Kasar dengan Mesin <i>Los Angeles Abrasion</i>	65
Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	66
Pengujian Kandungan Zat Organik Agregat Halus	67
Pengujian Kandungan Lumpur Agregat Halus	68
Perhitungan Berat Jenis dan Kuat Tekan Beton <i>Geopolymer</i> Umur 7 Hari	69
Perhitungan Berat Jenis dan Kuat Tekan Beton <i>Geopolymer</i> Umur 28 Hari	71
Perhitungan Kuat Tarik Belah Beton <i>Geopolymer</i> Umur 28 Hari	73
Perhitungan <i>Modulus of Rupture</i> Beton <i>Geopolymer</i> Umur 28 Hari	74
Pengujian Modulus Elastisitas Beton <i>Geopolymer</i>	75
Perhitungan <i>Mix Design</i> Beton <i>Geopolymer</i>	99
Gambar Alat dan Bahan	101
Dokumentasi Proses Penelitian	104

INTISARI

PENGARUH KADAR SODIUM GLUKONAT TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON *GEOPOLYMER*, Yoseph Trilaksono Fajar Bawono, NPM 160216328, Tahun 2021, Bidang Peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Pembangunan di bidang konstruksi berkembang sangat pesat dalam beberapa dekade ini. Salah satu dampak negatif dalam pembangunan yaitu penggunaan semen Portland yang dalam produksinya menghasilkan emisi gas CO₂ yang berdampak meningkatkan pemanasan global. Teknologi beton *geopolymer* merupakan beton tanpa semen melainkan menggunakan limbah seperti *fly ash* dengan kandungan alumina dan silika yang dapat bereaksi dengan aktivator membentuk ikatan polimer.

Tingkat pengerjaan pada beton *geopolymer* lebih rendah karena *setting time* yang sangat singkat dibandingkan beton normal yang menggunakan semen *portland*. Kondisi tersebut bisa diatasi dengan menggunakan bahan tambah kedalam campuran beton *geopolymer*. Dalam penelitian ini bahan tambah yang digunakan adalah sodium glukonat yang berbentuk bubuk dengan kadar 0%, 1%, 1,5% dan 2% dari berat *fly ash*. Metode dalam penelitian ini yaitu studi eksperimental dengan membuat benda uji dan pengujian langsung berupa uji kuat tekan, kuat tarik belah, modulus elastisitas, dan *modulus of rupture* untuk beton keras berumur 7 dan 28 hari, sedangkan untuk beton segar dilakukan pengujian *slump* dan *setting time* pasta geopolimer. Perbandingan agregat dan binder yang digunakan sebesar 70% : 30%, dengan perbandingan agregat kasar dan agregat halus yang digunakan sebesar 65% : 35%. Perbandingan aktivator yang digunakan adalah 5:2 dengan molaritas NaOH 8M. Metode curing menggunakan metode *ambient curing* dan *dry curing*, yaitu benda uji dibiarkan dalam cetakan selama 24 jam, kemudian dilepas dan dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 60°C selama 1 hari kemudian dibungkus dengan plastik kedap udara sampai pengujian.

Hasil penelitian menunjukkan *workability* mengalami peningkatan dengan adanya penambahan sodium glukonat. Hasil pengujian *setting time* diperoleh bahwa penambahan sodium glukonat mampu memperlambat waktu ikat akhir sekitar 25-30 menit. Kadar optimum dari penambahan sodium glukonat diperoleh sebesar 1,5% dari berat *fly ash*. Hasil uji kuat tekan maksimum pada umur 7 hari sebesar 23,77 MPa, pada 28 hari sebesar 34,43 MPa, nilai modulus elastisitas sebesar 28942,89 MPa, nilai kuat tarik belah 3,274 MPa, dan nilai *modulus of rupture* 5,74 MPa.

Kata kunci : Beton *geopolymer*, *fly ash*, sodium glukonat, sifat mekanik