

**PERBANDINGAN PENGUJIAN BALOK BETON
BERTULANG *GEOPOLYMER* SECARA EKSPERIMENTAL
DAN NUMERIS DENGAN APLIKASI PERANGKAT LUNAK
LUSAS**

Laporan Tugas Akhir

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :

ROYNALDO ROMY KHRISNAPUTRA

NPM. 160216334



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

**FEBRUARI 2021
PERNYATAAN**

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

**PERBANDINGAN PENGUJIAN BALOK BETON
BERTULANG *GEOPOLYMER* SECARA EKSPERIMENTAL
DAN NUMERIS DENGAN APLIKASI PERANGKAT LUNAK
LUSAS**

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, 18 Februari 2021

Yang membuat pernyataan,



(Roynaldo Romy Khrisnaputra)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PERBANDINGAN PENGUJIAN BALOK BETON BERTULANG GEOPOLYMER SECARA EKSPERIMENTAL DAN NUMERIS DENGAN APLIKASI PERANGKAT LUNAK LUSAS

Oleh :

ROYNALDO ROMY KHRISNAPUTRA

NPM : 160216334

telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta, *5 Februari 2021*

Pembimbing



(Prof. Dr. Ir. A.M. Ade Lisantono, M.Eng.)

Disahkan oleh :

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



FAKULTAS
TEKNIK

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

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PERBANDINGAN PENGUJIAN BALOK BETON BERTULANG GEOPOLYMER SECARA EKSPERIMENTAL DAN NUMERIS DENGAN APLIKASI PERANGKAT LUNAK LUSAS






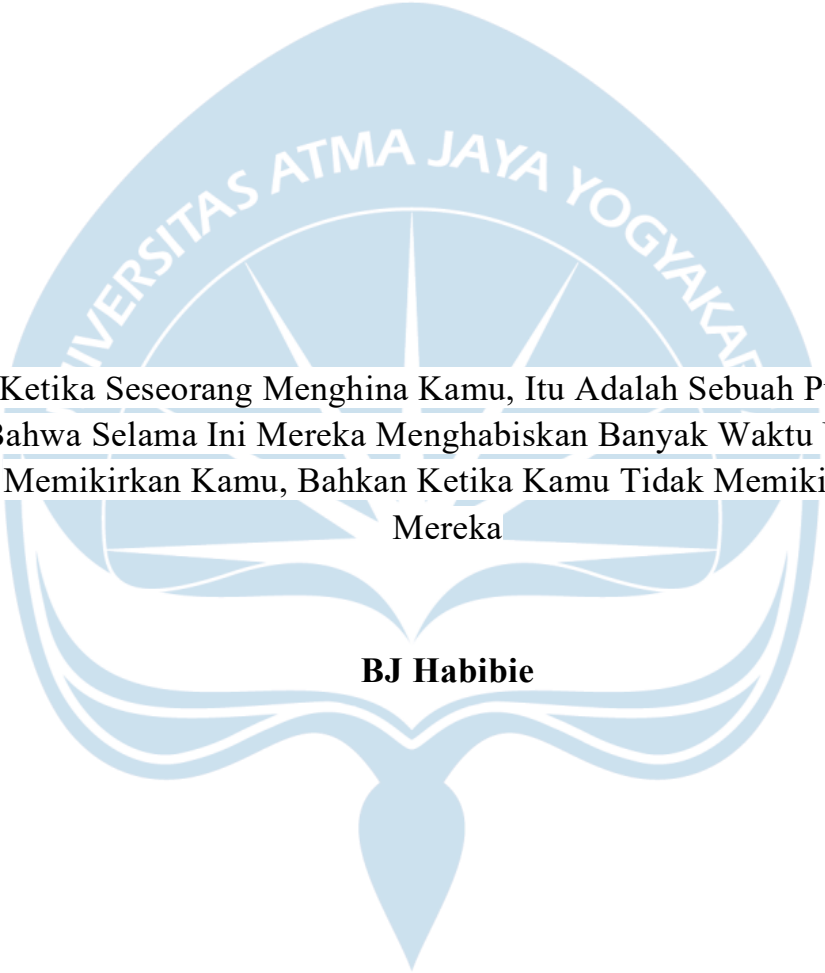
Oleh :

ROYNALDO ROMY KHRISNAPUTRA

NPM : 160216334

Telah diuji dan disetujui oleh

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	: Prof. Dr. Ir. A.M. Ade Lisantono, M.Eng.		05/02/2021
Sekretaris	: Angelina Eva Lianasari, S.T., M.T.	
Anggota	: Ferianto Raharjo, S.T, M.T.	

The logo of Universitas Atma Jaya Yogyakarta is a light blue emblem. It features a semi-circular top with the text "UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA" written along its inner curve. Below this, there is a stylized sunburst or starburst design. The bottom part of the logo consists of two curved, wing-like shapes that meet at a central point, resembling an open book or a pair of wings.

Ketika Seseorang Menghina Kamu, Itu Adalah Sebuah Pujian
Bahwa Selama Ini Mereka Menghabiskan Banyak Waktu Untuk
Memikirkan Kamu, Bahkan Ketika Kamu Tidak Memikirkan
Mereka

BJ Habibie

KATA HANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas penyertaan, berkat 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. Bapak Dr.Eng. Luky Handoko, S.T., M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Ir. Imam Basuki, MT., selaku Ketua Departemen Teknik Sipil 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 Prof. Dr. Ir. A.M. Ade Lisantono, M.Eng., 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 selalu memberikan semangat dalam proses pembuatan Tugas Akhir ini sehingga dapat berjalan dengan lancar.
9. Rekan – rekan yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk membantu memahami software Lusas penelitian Tugas Akhir.
10. 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, 24 Februari 2020

Penulis,

Roynaldo Romy Khrisnaputra

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	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR PERSAMAAN	xii
INTISARI	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Keaslian Tugas Akhir	3
1.5 Tujuan Tugas Akhir	3
1.6 Manfaat Tugas Akhir	3
1.7 Lokasi Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Beton <i>Geopolymer</i>	4
2.2 Balok	5
2.3 Penelitian Sebelumnya Mengenai Topik Penulisan	5
BAB III LANDASAN TEORI	10
3.1 Material Penyusun Beton	10
3.1.1 Agregat Halus	10
3.1.2 Agregat Kasar	11
3.1.3 Semen <i>Portland</i>	12
3.2 Beton <i>Geopolymer</i>	13
3.3 <i>Fly Ash</i>	14
3.4 Kuat Tekan Beton	15
3.5 Modulus Elastisitas	15
3.6 Kuat Tarik Belah	16
3.7 Kuat Lentur (<i>Modulus of Rupture</i>)	16
3.8 Analisis Kuat Geser Pada Beton Normal	17

BAB IV METODOLOGI TUGAS AKHIR	18
4.1 Umum	18
4.2 Kerangka Penelitian	19
4.3 Prosedur Penelitian	20
4.3.1 Studi Literatur	20
4.3.2 Pengumpulan Data	20
4.4 Pemodelan <i>Software</i> Lusas	20
4.4.1 Pembuatan Balok Beton Bertulang <i>Geopolymer</i>	20
4.4.2 Pembebanan Pada Balok.....	22
 BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	 23
5.1 Hasil Pengujian Eksperimental Balok Beton Bertulang.....	23
5.1.1 Pola Retak Balok yang Dikenai Gaya Lentur.....	23
5.1.2 Pola Retak Balok yang Dikenai Gaya Geser	24
5.1.3 Grafik Beban dengan Lendutan (Gaya Lentur)	25
5.1.4 Grafik Beban dengan Lendutan (Gaya Geser)	25
5.2 Hasil Analisis dengan <i>Software</i> Lusas.....	26
5.2.1 Pola Retak Balok yang Dikenai Gaya Lentur.....	26
5.2.2 Pola Retak Balok yang Dikenai Gaya Geser	27
5.2.3 Grafik Beban dengan Lendutan (Gaya Lentur)	28
5.2.4 Grafik Beban dengan Lendutan (Gaya Geser)	28
5.3 Perbandingan Hasil Eksperimental dan Numeris dengan Aplikasi Perangkat Lunak Lusas	29
5.3.1 Perbandingan untuk Gaya Lentur.....	29
5.3.2 Perbandingan untuk Gaya Geser	30
 BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	 31
6.1 Kesimpulan	31
6.1.1 Gaya Lentur	31
6.1.2 Gaya Geser	32
6.2 Saran	33
 DAFTAR PUSTAKA	 34

DAFTAR TABEL

2.1	Sifat Mekanik Beton.....	7
2.2	Hasil Pengujian Sifat Mekanik Beton	9
3.1	Gradasi Ideal Agregat Halus	11
3.2	Gradasi Ideal Agregat Kasar	12
3.3	Jenis Beton Berdasarkan Kuat Tekan	15
5.1	Perbandingan Eksperimental vs Analisis <i>Software</i> Lusas (Gaya Lentur) ...	30
5.2	Perbandingan Eksperimental vs Analisis <i>Software</i> Lusas (Gaya Geser)	30



DAFTAR GAMBAR

2.1	Beton Normal & <i>Geopolymer</i> Setelah Dikenai Beban	6
2.2	Beton Normal & <i>Geopolymer Post Loading</i>	8
4.1	Kerangka Tahap Penelitian	19
4.2	Pemodelan Dengan Software Lusas	22
4.3	Pembebanan Pada Balok	22
5.1	Pola retak balok beton normal 120/240 yang dikenai beban lentur	23
5.2	Pola retak balok beton <i>geopolymer</i> 120/240 yang dikenai beban lentur ...	23
5.3	Pola retak balok beton normal 120/240 yang dikenai beban geser	24
5.4	Pola retak balok beton <i>geopolymer</i> 120/240 yang dikenai beban geser	24
5.5	Hubungan Beban dan Defleksi Balok Beton Beton Normal (BN) dan Balok Beton <i>Geopolymer</i> (BG).....	25
5.6	Hubungan Beban dan Defleksi Balok Beton Beton Normal (SNB) dan Balok Beton <i>Geopolymer</i> (SGB).....	26
5.7	Pola retak balok beton normal 120/240 yang dikenai beban lentur	27
5.8	Pola retak balok beton <i>geopolymer</i> 120/240 yang dikenai beban lentur ...	27
5.9	Pola retak balok beton normal 120/240 yang dikenai beban geser	27
5.10	Pola retak balok beton <i>geopolymer</i> 120/240 yang dikenai beban geser	27
5.11	Hubungan Beban dan Defleksi Balok Beton Beton Normal (BN) dan Balok Beton <i>Geopolymer</i> (BG).....	28
5.12	Hubungan Beban dan Defleksi Balok Beton Beton Normal (SNB) dan Balok Beton <i>Geopolymer</i> (SGB).....	29

DAFTAR PERSAMAAN

3-1	Kuat Tekan	15
3-2	Modulus Elastisitas	15
3-3	Kuat Tarik Belah	16
3-4	<i>Modulus of Rupture</i>	16
3-5	Luas Tulangan Sengkang.....	17
3-6	Kemampuan Geser Tulangan Sengkang	17
3-7	Kuat Geser Ultimit	17
3-7	Kuat Geser Sumbangan Beton	17



INTISARI

PERBANDINGAN PENGUJIAN BALOK BETON BERTULANG GEOPOLYMER SECARA EKSPERIMENTAL DAN NUMERIS DENGAN APLIKASI PERANGKAT LUNAK LUSAS, Roynaldo Romy Khrisnaputra, NPM 160216334, Tahun 2021, Bidang Peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Beberapa tahun lalu penggunaan semen *Portland* dalam pembuatan beton mulai berkurang karena pengaruh *CO2* dalam produksi semen Portland. Oleh karena itu, penelitian mengenai beton *geopolymer* mulai dikembangkan beberapa peneliti mulai dari beberapa tahun lalu, salah satunya penelitian mengenai penerapan beton *geopolymer* berbasis *fly ash* dengan bahan bauksit sebagai agregat kasar (Lisantonodkk., 2019). Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan, muncul banyak program-program komputer yang digunakan dalam menganalisa desain struktur. Salah satunya muncul *software* Lusas *Modeller v19.0* sebagai alat bantu untuk menganalisis kekuatan model balok, perilaku yang terjadi pada elemen struktur balok, sebagai pembanding.

Hasil pengujian eksperimental untuk balok yang dikenai gaya lentur didapatkan balok BG memiliki beban leleh maksimum sebesar 66.15 KN dengan lendutan sebesar 24.87 mm sedangkan hasil pengujian eksperimental untuk balok yang dikenai gaya geser didapatkan balok SGB memiliki beban leleh maksimum sebesar 14.13 KN dengan lendutan sebesar 30.35 mm. Hasil pengujian analisis *software* Lusas untuk balok yang dikenai gaya lentur didapatkan balok BG memiliki beban leleh maksimum sebesar 69 KN dengan lendutan sebesar 21.62 mm sedangkan hasil pengujian analisis *software* Lusas untuk balok yang dikenai gaya geser didapatkan balok SGB memiliki beban leleh maksimum sebesar 14.2 KN dengan lendutan sebesar 26.32 mm.

Perbandingan antara hasil eksperimental dengan hasil analisis *software* Lusas hanya terpaut perbedaan sedikit saja dimana beban maksimum lebih besar didapatkan di Lusas sedangkan untuk lendutan nilai yang didapat di Lusas lebih kecil dibanding hasil uji eksperimental sehingga dapat disimpulkan bahwa *software* Lusas baik untuk dijadikan sebagai acuan dalam pemodelan balok beton bertulang yang dikenai gaya lentur maupun gaya geser.

Kata kunci : Beton *Geopolymer*, Lentur, Geser, Lusas