

810/FT.01/SKRIP/07/2008

**PERILAKU BALOK BETON BERTULANG
GEOPOLIMER AKIBAT PEMBEBANAN STATIS
DENGAN BANTUAN SOFTWARE LABVIEW**

SKRIPSI

Oleh :

M E SURYATRIYASTUTI

04 04 01 070 8



**SKRIPSI INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN
PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK**

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GENAP 2007/2008**

810/FT.01/SKRIP/07/2008

**BEHAVIOR OF REINFORCED GEOPOLYMER
CONCRETE BEAM IN STATIC LOADING ANALYSIS
WITH LABVIEW PROGRAM**

THESIS

M E SURYATRIYASTUTI
04 04 01 070 8



**THIS THESIS IS PROPOSED TO COMPLETE
ONE OF THE REQUIREMENT TO ACHIEVE
AN ENGINEERING BACHELOR DEGREE**

**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
ENGINEERING FACULTY UNIVERSITY OF INDONESIA
SECOND SEASON 2007/2008**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

PERILAKU BALOK BETON BERTULANG GEOPOLIMER AKIBAT PEMBEBANAN STATIS DENGAN BANTUAN SOFTWARE LABVIEW

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Juli 2008

M E Suryatriyastuti
NPM 04 04 01 070 8

STATEMENT OF AUTHENTICITY

I hereby state that final assignment titled :

BEHAVIOR OF REINFORCED GEOPOLYMER CONCRETE BEAM IN STATIC LOADING ANALYSIS WITH LABVIEW PROGRAM

which is submitted to fulfill one of requirement needed to achieve Bachelor Degree in Civil Engineering Department Faculty of Engineering University of Indonesia, is my own work. This final assignment is the original copy and not duplication of other final assignment that have been published or used to gain Bachelor Degree in University of Indonesia as well as other university or any other institute, unless the references included as they should be.

July 2008

M E Suryatriyastuti
NPM 04 04 01 070 8

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :

PERILAKU BALOK BETON BERTULANG GEOPOLIMER AKIBAT PEMBEBANAN STATIS DENGAN BANTUAN SOFTWARE LABVIEW

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Skripsi ini telah diujikan pada sidang ujian skripsi pada tanggal 3 Juli 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai skripsi pada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Juli 2008

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr-Ing. Ir. Henki Wibowo Ashadi
NIP. 131 845 375

Dr. Ir. Sotya Astutiningsih, M.Eng
NIP. 132 005 688

APPROVAL

Final Assignment titled :

BEHAVIOR OF REINFORCED GEOPOLYMER CONCRETE BEAM IN STATIC LOADING ANALYSIS WITH LABVIEW PROGRAM

is submitted to fulfill one of requirement needed to achieve Bachelor Degree in Civil Engineering Department Faculty of Engineering University of Indonesia, is my own work. This final assignment has been examined at July 3rd 2008 and approved as final assignment on Civil Engineering Department Faculty of Engineering University of Indonesia.

July 2008

Counsellor I

Counsellor II

Dr-Ing. Ir. Henki Wibowo Ashadi
NIP. 131 845 375

Dr. Ir. Sotya Astutiningsih, M.Eng
NIP. 132 005 688

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini diajukan pada Program Penelitian Hibah Bersaing Tahun 2008 yang diselenggarakan oleh Ditjen Dikti.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

Dr-Ing. Ir. Henki Wibowo Ashadi

Dr. Ir. Sotya Astutiningsih, M.Eng

selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi dan bimbingan serta persetujuan sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.

KATA PENGANTAR

Atas berkat rahmat Tuhan Yesus Kristus, skripsi dengan judul “*Perilaku Balok Beton Bertulang Geopolimer Akibat Pembebanan Statis Dengan Bantuan Software LabVIEW*” ini dapat terselesaikan. Skripsi ini diajukan sebagai salah satu prasyarat dalam meraih gelar Sarjana di Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Skripsi ini tidak akan dapat terselesaikan tanpa bantuan dari pihak-pihak yang telah berperan. Penulis mengucapkan terima kasih dengan tulus kepada :

1. Kedua orang tua dan keluarga tercinta, untuk dukungan dan pengertiannya, terutama untuk 3 bidadari kecil (Caca, Nissa, dan Fira) untuk tawa canda yang menghibur
2. Hendra Widhatra dan Kresnadya Desha Rousstia, selaku rekan tim penelitian penulis, atas kerjasama yang sangat profesional dan bantuannya dalam mengerjakan hal-hal yang membutuhkan tenaga ‘kuli’
3. Dr-Ing. Ir. Henki Wibowo Ashadi dan Dr. Ir. Sotya Astutiningsih, M.Eng. selaku kedua pembimbing dalam penelitian skripsi ini atas waktu, ilmu, dan pengarahan yang diberikan
4. Dr. Ir. Elly Tjahjono, DEA, selaku Kepala Laboratorium Struktur dan Material Departemen Sipil FTUI
5. Mulia Orientalize, ST, M.Eng, selaku Dosen Penguji Sidang Skripsi
6. Seluruh Staf Laboratorium Struktur dan Material & Laboratorium Struktur Jalan Departemen Sipil FTUI : Pak Pri, Pak Samin, Pak Idris, Pak Yudhi, Pak Hanafi, Pak Agus, Pak Syamsudin, Pak Zae, Mas Nendar, Pak Obhet, dll.
7. Pak Mamat dari Laboratorium Metalurgi Departemen Metalurgi FTUI, untuk *blower* dan *heater* dan pelat-pelat baja yang dipinjam
8. Metha Herpati, Manggala Prasadha, M. Andriyah Mukmin, M. Toddy Diasanto, Fajar Praptomo, M. Fajar Hermansyah, Ja’far Shadick, Ramadhana

- Kadarwansyah, Andreas Hendi, dan Gita Dimarsandy : adik, kakak, dan abang yang selalu mengingatkan, memberi semangat dan pegangan di saat jatuh
9. Debby Pratiwi, Maniti Irene Juniarsi, Renatha Ayu Karina, Theresia Dinda Kusumawardhani, dan Marko Tirtadirja, yang selalu sedia setiap saat dimanapun, kapanpun, dan bagaimanapun keadaannya
 10. Denia Isetianti Permata, Febriani Rossa Tea, Jack Budiman, Bianca Ayasha, dan Anky Andikara, untuk waktu-waktu pencurian *relax* di tengah satu animo ketegangan bersama meraih gelar sarjana
 11. Rachma Nuzulliany, Almitra Rindiarti, Annie Wulandari, Indah Tobing, dan Chintia Dwi Putri, yang selalu *stayed* berdiri di belakang
 12. Jali, Donny, Bima, Roy, Haris, Ceper, dan Yustian, yang sudah rela ikut menemani kami menginap di laboratorium untuk menjaga balok beton
 13. Teman-teman Struktur 2004 (Ann, Reggie, Jess, Jho, Rendy, Yudho, Roy, Fajar, Kate, Heidy, Adri dan Jeffry) yang juga berjuang di laboratorium dan di depan laptop untuk menyelesaikan skripsi
 14. Seluruh rekan-rekan Angkatan 2004 Sipil FTUI (Geotek, Transport, PSDA, dan ManKon) dan teman-teman kos Nilanda
 15. Seluruh Staf Departemen Sipil FTUI : Jali, Hamid, Mba Dian, Mba Wati, Pak Kasim, Mba Ami, Mba Mini, dll
 16. Pihak-pihak yang telah membantu dalam hal melengkapi referensi
 17. *And last*, Rhone Bryne untuk bukunya "*The Secret*" yang sangat memotivasi dan menampar

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Depok, Juli 2008

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	I
PENGESAHAN	Iii
UCAPAN TERIMA KASIH	V
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	Viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GRAFIK	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 TUJUAN	3
1.3 RUANG LINGKUP PENELITIAN	4
1.4 BATASAN PENELITIAN	4
1.5 HIPOTESA AWAL	4
1.6 METODE PENELITIAN	5
1.7 SISTEMATIKA PENULISAN	6
BAB II STUDI PUSTAKA	7
2.1 BETON KONVENSIONAL	7
2.1.1 Material Penyusun Beton	8
2.1.2 Karakteristik Beton	10
2.2 BETON GEOPOLIMER	13
2.2.1 Sejarah Beton Geopolimer	14
2.2.2 Material Penyusun Beton Geopolimer	16
2.2.3 Proses Polimerisasi	18

2.2.4	Karakteristik Beton Geopolimer	20
2.3	TEORI LENDUTAN BALOK	25
2.4	ALAT PENGUKUR LENDUTAN (LVDT)	29
2.5	PROGRAM LABVIEW	31
2.5.1	Keunggulan	31
2.5.2	Dataflow Programming	32
2.5.3	Graphical Programming	32
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	34
3.1	PERSIAPAN DAN PENGUJIAN MATERIAL	34
3.1.1	Agregat	34
3.1.2	Geopolimer	35
3.2	PERHITUNGAN CAMPURAN BETON	35
3.2.1	Perhitungan Komposisi Pasta Geopolimer	36
3.2.2	Perhitungan <i>Mix Design</i> Beton	36
3.3	PERANCANGAN BALOK BETON BERTULANG GEPOLIMER	37
3.3.1	Perencanaan Tulangan Lentur	38
3.3.2	Perencanaan Tulangan Geser	39
3.4	PRODUKSI BENDA UJI	41
3.4.1	Persiapan	41
3.4.2	Pembuatan Campuran Beton (<i>Mixing</i>)	42
3.4.2	Pencetakan (<i>Moulding</i>)	42
3.4.4	Proses Pengerasan (<i>Hardening</i>)	43
3.4.5	Perawatan (<i>Curing</i>)	43
3.5	PENGUJIAN BENDA UJI	44
3.5.1	Uji Karakteristik Dasar Beton Geopolimer	44
3.5.2	Uji Perilaku Balok Beton Bertulang Geopolimer	46
BAB IV	ANALISA HASIL PENELITIAN	50
4.1	HASIL PENGUJIAN MATERIAL	50
4.1.1	Pengujian <i>Fly Ash</i> (Abu Terbang)	50
4.1.2	Pengujian Larutan <i>Waterglass</i> Na_2SiO_3	51
4.2	KARAKTERISTIK DASAR BETON GEOPOLIMER	51

4.1.1	Kuat Ikat Pasta Geopolimer	51
4.1.2	Kuat Tekan Beton Geopolimer	54
4.1.3	Kuat Tarik Beton Geopolimer	56
4.1.4	Kuat Lentur Beton Geopolimer	57
4.2	PRODUKSI BALOK BETON BERTULANG GEPOLIMER	58
4.3	PERILAKU BALOK BETON BERTULANG GEPOLIMER	59
4.3.1	Permodelan LabVIEW	61
4.3.2	Kalibrasi Alat LVDT	63
4.3.3	Hasil Lendutan Balok	64
4.3.4	Pengamatan <i>Crack</i> pada Balok	72
4.3.5	<i>Load Deflection Relationship</i>	74
4.3.6	<i>Moment Curvature Relationship</i>	76
BAB V	PENUTUP	78
5.1	KESIMPULAN	78
5.2	SARAN	79
	DAFTAR ACUAN	81
	DAFTAR PUSTAKA	83
	LAMPIRAN	86

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 <i>Shape of Agregat</i>	9
Gambar 2.2 Kadar Air pada Agregat	9
Gambar 2.3 <i>Stress - Strain Curve</i>	12
Gambar 2.4 <i>Elastic and Creep Strain</i>	12
Gambar 2.5 Proses Pembuatan Pasta Geopolimer	19
Gambar 2.6 Pengaruh Suhu Ikatan terhadap Kuat Tekan	24
Gambar 2.7 Pengaruh Kadar Air terhadap Kuat Tekan	24
Gambar 2.8 Struktur Balok Lentur Murni	26
Gambar 2.9 Detail Potongan ABCD	26
Gambar 2.10 Distribusi Tegangan	26
Gambar 2.11 <i>Load Deflection Relationship</i>	27
Gambar 2.12 Rumus Defleksi Balok	28
Gambar 2.13 <i>Pure Bending of a Beam Segment</i>	28
Gambar 2.14 Penampang Melintang LVDT	29
Gambar 2.15 Cara Kerja LVDT	30
Gambar 2.16 LVDT	30
Gambar 2.17 LabVIEW <i>front panel</i> (atas) dan <i>block diagram</i> (bawah)	33
Gambar 3.1 Detail Potongan Memanjang Balok	40
Gambar 3.2 Detail Potongan Melintang Balok	40
Gambar 3.3 Metode <i>Curing</i> Balok	44
Gambar 4.1 Cetakan dan Peralatan <i>Mix</i> Pasta Geopolimer	53
Gambar 4.2 Benda Uji Kubus 5x5x5 cm ³	53
Gambar 4.3 Pengujian Tes Tekan Kubus	56
Gambar 4.4 Benda Uji dengan Lapisan Plastik	56
Gambar 4.5 Pengujian Tes Tarik	56
Gambar 4.6 Cetakan Angka 8	56

Gambar 4.7	Alat Uji Tes Lentur	58
Gambar 4.8	Tes Lentur	58
Gambar 4.9	Bekisting Balok dengan Tulangan dan Beton Tahu	58
Gambar 4.10	<i>Blower</i>	59
Gambar 4.11	<i>Hardening</i> dengan menggunakan <i>Hair Dryer</i>	59
Gambar 4.12	Permodelan Stuktur Rencana	60
Gambar 4.13	Balok dengan 2 <i>Actuator</i> Pembebanan	60
Gambar 4.14	Kebocoran Pelumas pada <i>Actuator</i>	61
Gambar 4.15	Tetes Pelumas di Penampang Balok	61
Gambar 4.16	<i>Front Panel</i>	61
Gambar 4.17	<i>Block Diagram</i>	62
Gambar 4.18	Contoh Hasil <i>Output Data</i>	62
Gambar 4.19	Pembebanan 1 Titik dengan 2 Titik Pengukuran	65
Gambar 4.20	Rongga diantara Pelat Penahan LVDT 1 dan Balok	66
Gambar 4.21	Tampak Muka Lendutan Balok	71
Gambar 4.22	Retak Penampang Balok Depan pada Beban 40 kN <i>Loading 1</i>	72
Gambar 4.23	Retak Penampang Balok Belakang pada Beban 40 kN <i>Loading 1</i>	72
Gambar 4.24	Retak Penampang Balok Depan pada Beban 40 kN <i>Loading 2</i>	72
Gambar 4.25	Retak Penampang Balok Belakang pada Beban 40 kN <i>Loading 3</i>	72
Gambar 4.26	Retak Penampang Balok Depan pada Beban 45 kN <i>Loading 1</i>	73
Gambar 4.27	Lebar Retak Penampang Balok pada Beban 45 kN	73
Gambar 4.28	Tulangan Baja yang terlihat pada Pembebanan 50 kN	73
Gambar 4.29	<i>Failure</i> Penampang Balok	73

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1	Desain Kriteria dan Kebutuhan Bahan 37
Tabel 4.1	Hasil Test XRF <i>Fly Ash</i> 50
Tabel 4.2	Hasil Uji Kadar Kimia <i>Waterglass</i> 51
Tabel 4.3	Kuat Ikut Pasta Geopolimer dengan Masa <i>Hardening</i> 36 Jam 52
Tabel 4.4	Kuat Ikut Pasta Geopolimer dengan Masa <i>Hardening</i> 3 Jam 53
Tabel 4.5	Kuat Tekan Beton Konvensional Usia 7 Hari 54
Tabel 4.6	Kuat Tekan Beton Geopolimer dengan Agregat Limbah Usia 3 Hari 55
Tabel 4.7	Kuat Tekan Beton Geopolimer dengan Agregat Murni Usia 3 Hari 55
Tabel 4.8	Kuat Tarik Beton Geopolimer 56
Tabel 4.9	Kuat Lentur Beton Geopolimer 57
Tabel 4.10	Kalibrasi Alat LVDT 63
Tabel 4.11	Nilai Lendutan per Siklus Loading untuk setiap variasi Pembebanan 69
Tabel 4.12	Nilai Lendutan Maksimum untuk setiap variasi Pembebanan 71
Tabel 4.13	Data Lendutan Percobaan 74
Tabel 4.14	Data <i>Curvature</i> Percobaan 76

DAFTAR GRAFIK

	Halaman
Grafik 3.1 <i>Flowchart</i> Metodologi Pengujian Karakteristik Dasar Beton Geopolimer	48
Grafik 3.2 <i>Flowchart</i> Metodologi Pengujian Perilaku Balok Beton Bertulang Geopolimer	49
Grafik 4.1 Persamaan Kalibrasi LVDT 1	64
Grafik 4.2 Persamaan Kalibrasi LVDT 2	64
Grafik 4.3 Pengukuran Lendutan pada Beban 5 kN	67
Grafik 4.4 Pengukuran Lendutan pada Beban 10 kN	67
Grafik 4.5 Pengukuran Lendutan pada Beban 20 kN	67
Grafik 4.6 Pengukuran Lendutan pada Beban 30 kN	68
Grafik 4.7 Pengukuran Lendutan pada Beban 40 kN	68
Grafik 4.8 Pengukuran Lendutan pada Beban 45 kN	68
Grafik 4.9 Pengukuran Lendutan pada Beban 50 kN	69
Grafik 4.10 Perilaku <i>Stiffness</i> Struktur pada Beban 20 kN	70
Grafik 4.11 Perilaku <i>Stiffness</i> Struktur pada Beban 45 kN	71
Grafik 4.10 <i>Load Deflection Relation</i>	75
Grafik 4.11 <i>Moment Curvature Relation</i>	77

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Pengujian <i>Fly Ash</i> (Abu Terbang)	87
Lampiran 2 Pengujian Sodium Silikat Na_2SiO_3	89
Lampiran 3 Rancang Campur Beton Normal	90
Lampiran 4 Bahasa Program MatLab : Pengolahan Data Voltase – Mm	92
Lampiran 5 Grafik Hasil Pengolahan MatLab : <i>Deflection vs Time</i> (1/1000 sekon)	93
Lampiran 6 Foto-foto	101