

054/FT.EKS.01/SKRIP/12/2007

**PEMBUATAN DAN KARAKTERISTIK  
BETON GEOPOLIMER  
BERBAHAN DASAR ABU TERBANG  
DENGAN ABU DASAR SEBAGAI AGREGAT HALUS**

**SKRIPSI**

Oleh :

**M. FAJAR HERMANSYAH**

**04 05 21 033 6**



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

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

**054/FT.EKS.01/SKRIP/12/2007**

**PRODUCTION AND CHARACTERISTIC OF  
FLY ASH BASED GEOPOLYMER CONCRETE  
WITH BOTTOM ASH AS FINE AGGREGATE**

**FINAL ASSIGNMENT**

**M. FAJAR HERMANSYAH**

**04 05 21 033 6**



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

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

## **PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

### **PEMBUATAN DAN KARAKTERISTIK BETON GEOPOLIMER BERBAHAN DASAR ABU TERBANG DENGAN ABU DASAR SEBAGAI AGREGAT HALUS**

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.

Januari 2008

M. Fajar Hermansyah  
NPM 04 05 21 033 6

## **FINAL ASSIGNMENT ORIGINALITY CLARIFICATION**

I hereby state that final assignment titled :

### **PRODUCTION AND CHARACTERISTIC OF FLY ASH BASED GEOPOLYMER CONCRETE WITH BOTTOM ASH AS FINE AGGREGATE**

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.

January 2008

M. Fajar Hermansyah  
NPM 04 05 21 033 6

## PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :

### **PEMBUATAN DAN KARAKTERISTIK BETON GEOPOLIMER BERBAHAN DASAR ABU TERBANG DENGAN ABU DASAR SEBAGAI AGREGAT HALUS**

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 28 Desember 2007 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai skripsi pada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Pembimbing 1

Januari 2008

Pembimbing 2

Dr-Ing. Ir. Henki Wibowo Ashadi

NIP. 131 845 375

Dr. Ir. Sotya Astutiningsih, M.Eng

NIP. 132 005 688

Pembimbing 3

Dra. Sari Katili, MS

NIP. 130 938 253

## APPROVAL

Final assignment titled :

### **PRODUCTION AND CHARACTERISTIC OF FLY ASH BASED GEOPOLYMER CONCRETE WITH BOTTOM ASH AS FINE AGGREGATE**

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 December 28<sup>th</sup> 2007 and approved as final assignment on Civil Engineering Department Faculty of Engineering University of Indonesia.

Supervisor 1

January 2008

Supervisor 2

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

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

Supervisor 3

Dra. Sari Katili, MS  
NIP. 130 938 253

## UCAPAN TERIMA KASIH

Hasil ini merupakan bagian dari penelitian Hibah Bersaing tahun 2007 yang didanai oleh Ditjen Dikti.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

**Dr-Ing. Ir. Henki W. Ashadi**

**Dr. Ir. Sotya Astuningsih, M.Eng**

**Dra. Sari Katili, MS**

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

Alhamdulillah, puji dan syukur kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik di Departemen Teknik Sipil Universitas Indonesia. Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua dan keluarga yang tercinta
2. Bapak Prof. Dr. Ir Irwan Katili, DEA, selaku Kepala Departemen Teknik Sipil Universitas Indonesia
3. Ibu Mulia Orientilize, ST, M.Eng, selaku Penasehat Akademik
4. Dr-Ing. Ir. Hengki Wibowo Ashadi, selaku dosen pembimbing I
5. Dr. Ir. Sotya Astutiningsih, M.Sc, selaku dosen pembimbing II
6. Dra.Sari Katili, MS, selaku dosen pembimbing III
7. Seluruh staf Departemen Teknik Sipil Universitas Indonesia
8. Seluruh staf Laboratorium Material dan Bahan Departemen Teknik Sipil Universitas Indonesia, (Pak Samin, Pak Yudhi, Pak Obhet, Pak Idris, dll)
9. Seluruh staf Laboratorium Lingkungan Departemen Teknik Sipil Universitas Indonesia (terutama Mas Prima)
10. Grajuantomo, rekan kerja selama pengerjaan skripsi ini, thank you bro kerja samanya, sorry kalo banyak salah.
11. Teman-teman team bahan : Rendy K, Eka A, Jajunudin, dan Deni I.
12. Teman-teman Teknik Sipil Ekstensi angkatan 2005
13. Dan semua yang telah banyak membantu

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.

Januari 2008

M. Fajar Hermansyah  
NPM 04 05 21 033 6



## DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	i
PENGESAHAN.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 TUJUAN PENELITIAN.....	3
1.3 BATASAN PENELITIAN.....	3
1.4 HIPOTESA AWAL.....	3
1.5 METODE PENELITIAN.....	4
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN.....	5
BAB II DASAR TEORI.....	6
2.1 BETON.....	6
2.1.1 Teori Umum Beton.....	6
2.1.2 Teknologi Bahan.....	14
2.2 GEOPOLIMER.....	18
2.2.1 Definisi Beton Geopolimer.....	18
2.2.2 Bahan Penyusun Geopolimer.....	22
2.2.3 Karakteristik Beton Geopolimer.....	27
2.2.4 Abu Terbang ( <i>Fly Ash</i> ).....	28
2.2.5 Abu Dasar ( <i>Bottom Ash</i> ).....	28
BAB III METODE PENELITIAN.....	30
3.1 SISTEMATIKA PENELITIAN.....	30
3.2 PENGUJIAN AGREGAT.....	31

3.2.1	Pengujian Berat Jenis.....	31
3.2.2	Pengujian Analisa Ayak.....	34
3.3	RANCANG CAMPUR ( <i>MIX DESIGN</i> ).....	35
3.4	PENGUJIAN SIFAT FISIK BETON.....	36
3.4.1	Uji Slump ( <i>Slump Test</i> ).....	36
3.5	PENGUJIAN SIFAT MEKANIK BETON.....	37
3.5.1	Kuat Tekan Beton.....	37
3.5.2	Kuat Lentur Beton.....	40
3.5.3	Kuat Tarik Beton.....	41
3.6	PENGUJIAN LEACHING.....	42
BAB IV HASIL DAN ANALISA.....		43
4.1	MATERIAL YANG DIGUNAKAN.....	43
4.2	HASIL PENGUJIAN <i>PROPERTIES</i> MATERIAL.....	43
4.2.1	Pengujian Abu Terbang ( <i>Fly Ash</i> ).....	43
4.2.2	Pengujian <i>Sodium Silikat</i> $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ( <i>Waterglass</i> ).....	44
4.2.3	Pengujian Agregat.....	45
4.3	DESAIN CAMPURAN BENDA UJI.....	49
4.3.1	Desain Campuran Material Geopolimer.....	49
4.3.2	Desain Campuran Beton Geopolimer.....	51
4.4	HASIL PENGUJIAN SIFAT MEKANIK.....	59
4.4.1	Hasil Pengujian Kuat Tekan.....	59
4.4.2	Hasil Pengujian Kuat Lentur.....	60
4.4.3	Hasil Pengujian Kuat Tarik.....	62
4.5	ANALISIS LEACHING.....	63
BAB V KESIMPULAN DAN HASIL.....		65
5.1	KESIMPULAN.....	65
5.2	SARAN.....	66
DAFTAR PUSTAKA.....		xvi
LAMPIRAN.....		xvii

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 1.1</b> Diagram alir penelitian.....	4
<b>Gambar 2.1</b> Gradasi rapat.....	9
<b>Gambar 2.2</b> Gradasi terbuka.....	9
<b>Gambar 2.3</b> Gradasi seragam.....	9
<b>Gambar 2.4</b> Grafik analisa saringan.....	9
<b>Gambar 2.5</b> Grafik standar gradasi agregat kasar.....	10
<b>Gambar 2.6</b> Grafik standar gradasi agregat halus.....	11
<b>Gambar 2.7</b> Kondisi air pada agregat.....	13
<b>Gambar 2.8</b> Tegangan tekan benda uji beton normal.....	17
<b>Gambar 2.9</b> Alur polimerisasi.....	24
<b>Gambar 2.10</b> Skema tahap disolusi dan polikondensasi pada Geopolimer.	25
<b>Gambar 2.11</b> Skema reaksi polikondensasi monomer $Al(OH)_4^-$ dan $Si(OH)_4$ .....	26
<b>Gambar 3.1</b> Kerucut abrams.....	36
<b>Gambar 3.2</b> Dimensi bekisting kubus kuat tekan.....	38
<b>Gambar 3.3</b> Dimensi bekisting silinder kuat tekan.....	38
<b>Gambar 3.4</b> Pembebanan benda uji kuat.....	39
<b>Gambar 3.5</b> Dimensi bekisting balok kuat lentur.....	40
<b>Gambar 3.6</b> Dimensi bekisting Angka Delapan <i>Direct Tension</i> .....	41
<b>Gambar 4.1</b> Grafik gradasi agregat dibandingkan ASTM C 33-78.....	46
<b>Gambar 4.2</b> Grafik gradasi <i>bottom ash</i> .....	48
<b>Gambar 4.3</b> Pembuatan <i>sample</i> rel kecil.....	49
<b>Gambar 4.4</b> Benda uji kubus 5 x 5 x 5 cm.....	50
<b>Gambar 4.5</b> Pengujian slump campuran beton geopolimer I.....	52
<b>Gambar 4.6</b> Pengujian slump campuran beton geopolimer II.....	54
<b>Gambar 4.7</b> Pengujian slump campuran beton geopolimer III.....	55
<b>Gambar 4.8</b> Pengujian slump campuran beton geopolimer IV.....	56
<b>Gambar 4.9</b> Benda uji campuran beton geopolimer V.....	57
<b>Gambar 4.10</b> Grafik hasil pengujian kuat tekan beton geopolimer.....	59

<b>Gambar 4.11</b>	Benda uji balok setelah pengujian kuat lentur.....	60
<b>Gambar 4.12</b>	Grafik hasil pengujian kuat lentur.....	61
<b>Gambar 4.13</b>	Benda uji <i>direct tension</i> pada saat pengujian kuat tarik.....	62
<b>Gambar 4.14</b>	Grafik hasil pengujian kuat tarik ( <i>direct tension</i> ).....	62



## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 2.1</b>	Analisa Saringan Agregat Kasar..... 10
<b>Tabel 2.2</b>	Analisa Saringan Agregat Halus..... 10
<b>Tabel 2.3</b>	Besar Nilai Slump Untuk Pekerjaan Beton..... 15
<b>Tabel 2.4</b>	Kelas dan Mutu Beton..... 16
<b>Tabel 3.1</b>	Benda Uji..... 30
<b>Tabel 4.1</b>	Hasil Pengukuran <i>Fly Ash</i> Dengan Menggunakan XRF..... 43
<b>Tabel 4.2</b>	Pengujian <i>Sodium Silikat</i> $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ (Waterglass)..... 44
<b>Tabel 4.3</b>	Hasil Pengujian Berat Jenis dan Kadar Air Agregat..... 45
<b>Tabel 4.4</b>	Hasil Pengujian Analisa Ayak Agregat..... 46
<b>Tabel 4.5</b>	Hasil Pengujian Berat Jenis dan Kadar Air <i>Bottom Ash</i> ..... 47
<b>Tabel 4.6</b>	Hasil Pengujian Analisa Ayak <i>Bottom Ash</i> ..... 48
<b>Tabel 4.7</b>	Kuat Tekan Material Geopolimer (Pasta)..... 50
<b>Tabel 4.8</b>	Desain Campuran Beton Geopolimer I..... 52
<b>Tabel 4.9</b>	Hasil Pengujian Kuat Tekan Campuran Beton Geopolimer I..... 52
<b>Tabel 4.10</b>	Desain Campuran Beton Geopolimer II..... 53
<b>Tabel 4.11</b>	Hasil Pengujian Kuat Tekan Campuran Beton Geopolimer II..... 53
<b>Tabel 4.12</b>	Desain Campuran Beton Geopolimer III..... 54
<b>Tabel 4.13</b>	Hasil Pengujian Kuat Tekan Campuran Beton Geopolimer III..... 55
<b>Tabel 4.14</b>	Desain Campuran Beton Geopolimer IV..... 56
<b>Tabel 4.15</b>	Hasil Pengujian Kuat Tekan Campuran Beton Geopolimer IV..... 56
<b>Tabel 4.16</b>	Desain Campuran Beton Geopolimer V..... 57
<b>Tabel 4.17</b>	Hasil Pengujian Kuat Tekan Campuran Beton Geopolimer V..... 57
<b>Tabel 4.18</b>	Desain Campuran Beton Geopolimer VI..... 58
<b>Tabel 4.19</b>	Hasil Pengujian Kuat Tekan Campuran Beton

	Geopolimer VI.....	58
<b>Tabel 4.20</b>	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Geopolimer.....	59
<b>Tabel 4.21</b>	Hasil Pengujian Kuat Lentur.....	61
<b>Tabel 4.22</b>	Hasil Pengujian Kuat Tarik ( <i>Direct Tension</i> ).....	62
<b>Tabel 4.23</b>	Hasil Pengujian AAS.....	63
<b>Tabel 4.24</b>	Hasil Perhitungan Unsur Terlarut.....	64



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Pengujian Abu Terbang ( <i>Fly Ash</i> ).....	L-1
Pengujian Abu Dasar ( <i>Bottom Ash</i> ).....	L-4
Pengujian Sodium Silikat $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ .....	L-7
Rancang Campur Beton Normal.....	L-9
Pengujian Kuat Tekan.....	L-12
Pengujian Kuat Lentur.....	L-15
Analisis Leaching.....	L-17
Foto – Foto.....	L-22

