



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**SINTESIS GEOPOLIMER  
BERBAHAN BAKU ABU TERBANG ASTM KELAS C**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik**

**DIAN ADISTY  
040504021X**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI DAN MATERIAL  
DEPOK  
DESEMBER 2008**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : Dian Adisty**  
**NPM : 040504021X**

**Tanda Tangan : .....**  
**Tanggal : 22 Desember 2008**



## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Dian Adisty  
NPM : 040504021X  
Program Studi : Teknik Metalurgi dan Material  
Judul Skripsi : Sintesis Geopolimer Berbahan Baku Abu Terbang  
ASTM Kelas C

**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Metalurgi dan Material Fakultas Teknik, Universitas Indonesia**

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ir. Sotya Astutiningsih, M.Eng. ( )

Penguji 1 : Dr. Ir. D. Dhaneswara, M.Si. ( )

Penguji 2 : Dr. Ir. A. Herman Yuwono, M.Phill.Eng. ( )

Penguji 3 : Dr.-Ing. Ir. Henki Wibowo Ashadi ( )

Ditetapkan di : Depok  
Tanggal : 22 Desember 2008

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

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

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



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS  
AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini, :

Nama : Dian Adisty  
NPM : 040504021X  
Program Studi : Teknik Metalurgi dan Material  
Departemen : Metalurgi dan Material  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**Sintesis Geopolimer Berbahan Baku Abu Terbang ASTM Kelas C**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok  
Pada Tanggal : 22 Desember 2008  
Yang menyatakan

(.....)

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
<b>1. PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Batasan Penelitian	2
1.4. Sistematika Penulisan	3
<b>2. DASAR TEORI</b>	<b>4</b>
2.1 Istilah dan Ilmu Kimia Geopolimer	4
2.2 Prekursor dan Larutan Alkali Untuk Geopolimer	6
2.3 Sifat-Sifat Geopolimer	8
2.4 Aplikasi Geopolimer	16
2.5 Bata Tras Kapur	17
<b>3. METODE PENELITIAN</b>	<b>19</b>
3.1 Diagram Alir Penelitian	19
3.2 Alat & Bahan	21
3.2.1 Alat	21
3.2.2 Bahan	21

3.3 Metode Perhitungan Campuran	21
3.4 Prosedur Pembuatan Sampel	22
3.5 Proses Karakterisasi Sampel	25
3.5.1 Uji Tekan	25
3.5.2 Uji XRF	26
3.5.3 Uji XRD	27
3.5.4 Uji TGA	29
3.5.5 Pengamatan SEM	30
<b>4. HASIL DAN ANALISA</b>	<b>31</b>
4.1. Analisa Hasil Pengujian Tekan	33
4.1.1 Variasi Mekanisme Pencampuran	33
4.1.2 Variasi Kadar Natrium Hidroksida	37
4.1.3 Variasi Kadar Natrium Silikat	40
4.1.4 Variasi Temperatur Pengerasan	42
4.1.5 Pengaruh Tingkat Kebasaan	43
4.2 Analisa Hasil Pengamatan SEM dan Pengujian XRF	45
4.3 Analisa Hasil Pengujian XRD	52
4.4 Analisa Hasil Pengujian TGA	53
<b>5. PENUTUP</b>	<b>58</b>
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran	58
<b>REFERENSI</b>	<b>59</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Analisa XRF Komposisi Kimia Abu Terbang	10
<b>Tabel 2.2</b> Metode Pencampuran Sampel Pada Masing-Masing Tipe	11
<b>Tabel 2.3</b> Aplikasi-Aplikasi Material Geopolimer Berdasarkan Rasio Si:Al	17
<b>Tabel 2.4</b> Ukuran dan Toleransi Bata Tras Kapur	18
<b>Tabel 2.5</b> Syarat Fisik Bata Tras Kapur	18
<b>Tabel 3.1</b> Kode Sampel dan Komposisi Campuran	23
<b>Tabel 4.1</b> Komposisi Kimia Abu Terbang Berdasarkan Pengujian XRF	32
<b>Tabel 4.2</b> Data Kimia Penyusun Sampel Geopolimer	33
<b>Tabel 4.3</b> Data Sampel dengan Mekanisme Pencampuran Berbeda	36
<b>Tabel 4.4</b> Data Sampel dengan Variasi Kadar Natrium Hidroksida	38
<b>Tabel 4.5</b> Data Sampel dengan Variasi Kadar Natrium Silikat	41
<b>Tabel 4.6</b> Data Sampel dengan Variasi Temperatur Pengerasan	43
<b>Tabel 4.7</b> Data Sampel dengan pH Berbeda	44
<b>Tabel 4.8</b> Data Dua Sampel dengan Komposisi dan Perlakuan Yang Sama	48
<b>Tabel 4.9</b> Komposisi Kimia Sampel 6A dan 6B Berdasarkan Pengujian XRF	51



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Struktur Kimia Polysialate	4
<b>Gambar 2.2</b>	Kekuatan Tekan Geopolimer Dimana Abu Terbangnya Diaktivasi oleh Natrium Hidroksida, Dikeraskan Pada 75°C Selama 2 Jam Pada Temperatur Ruang (Tipe I 75°C)	11
<b>Gambar 2.3</b>	Kekuatan Tekan Geopolimer Dimana Abu Terbangnya Diaktivasi oleh Natrium Silikat, Dikeraskan Pada 75°C Selama 2 Jam Pada Temperatur Ruang (tipe I 75°C)	12
<b>Gambar 2.4</b>	Kekuatan Tekan Geopolimer Dimana Abu Terbangnya Diaktivasi oleh Natrium Hidroksida, Dikeraskan Sebagaimana Kondisi Pada Tipe II 95°C, Tipe II 75°C, Tipe III 95°C, dan Tipe III 75°C. Sampel-Sampel Ditahan Pada Temperatur Ruang di Dalam Air Setelah Perlakuan Panas	12
<b>Gambar 2.5</b>	Kekuatan Tekan Geopolimer Dimana Abu Terbangnya Diaktivasi oleh Natrium Silikat, Dikeraskan Sebagaimana Kondisi Pada Tipe II 95°C, Tipe II 75°C, dan Tipe III 95°C. Sampel-Sampel Ditahan Pada Temperatur Ruang	13
<b>Gambar 2.6</b>	Kekuatan Tekan Geopolimer Dimana Abu Terbangnya Diaktivasi oleh Natrium Silikat, Dikeraskan Sebagaimana Kondisi Pada Tipe II 95°C, Tipe II 75°C, dan Tipe III 95°C. Sampel-Sampel Ditahan Pada Temperatur Ruang di Dalam Air Setelah Perlakuan Panas	13
<b>Gambar 2.7</b>	(a) Sampel Yang Diaktivasi Menggunakan NaOH (b) Sampel Yang Diaktivasi Menggunakan Na <sub>2</sub> Si <sub>3</sub> O <sub>7</sub>	14
<b>Gambar 3.1</b>	Diagram Alir Penelitian	20
<b>Gambar 3.2</b>	Bahan Penyusun Sampel Semen Geopolimer	21
<b>Gambar 3.3</b>	Mesin Uji Tekan	26
<b>Gambar 3.4</b>	(a) Peletakan Sampel Kubus (5x5x5cm) Pada Mesin Uji Tekan (b) Contoh Sampel Ditekan Hingga Retak	26
<b>Gambar 3.5</b>	Skema Teknik Analisa XRD	28

<b>Gambar 4.1</b> (a) Foto Sampel 1A (b) Foto Sampel 1B	36
<b>Gambar 4.2</b> Grafik Korelasi Antara Tipe Pencampuran dengan Kuat Tekan Pada Komposisi (31:7:41:21)	36
<b>Gambar 4.3</b> Foto Sampel 2, 3B, 3C, 3D, 3E, dan 3F	39
<b>Gambar 4.4</b> Grafik Pengaruh Rasio Atom Al/Na Terhadap Kuat Tekan	39
<b>Gambar 4.5</b> Grafik Pengaruh Rasio Molar Na <sub>2</sub> O/SiO <sub>2</sub> Terhadap Kuat Tekan	41
<b>Gambar 4.6</b> Foto Sampel 4A-4E	42
<b>Gambar 4.7</b> Grafik Perbandingan Temperatur Pengerasan Terhadap Kuat Tekan	43
<b>Gambar 4.8</b> Grafik Pengaruh pH Terhadap Kuat Tekan	45
<b>Gambar 4.9</b> Foto Sampel 9A dengan pH 12,97	45
<b>Gambar 4.10</b> Grafik Perbedaan Kuat Tekan Dua Sampel dengan Komposisi & Perlakuan Sama	48
<b>Gambar 4.11</b> (a) Hasil Pengamatan SEM Sampel 6A (b) Pengukuran Besar Partikel Penyusun Sampel 6A Melalui SEM	49
<b>Gambar 4.12</b> (a) Hasil Pengamatan SEM Sampel 6B (b) Pengukuran Besar Partikel Penyusun Sampel 6B Melalui SEM	50
<b>Gambar 4.13</b> Grafik Hasil Pengujian XRD	53
<b>Gambar 4.14</b> Grafik Hasil Pengujian TGA Sampel 1A, 1B, 6A, dan 6B	57
<b>Gambar 4.15</b> Grafik Perbandingan Kehilangan Massa 4 Sampel melalui Pengujian TGA	57

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b> Lembar Perhitungan Kuat Tekan 26 Sampel	62
<b>Lampiran 2.</b> Grafik Hasil Uji Tekan Sampel 1B, 2, 3A, 3B, 3C, dan 3C ( $T_R$ )	63
<b>Lampiran 3.</b> Grafik Hasil Uji Tekan Sampel 3D, 3D ( $T_R$ ), 3E, 3F, 4A, dan 4B	64
<b>Lampiran 4.</b> Grafik Hasil Uji Tekan Sampel 1A, 4C, 4D, dan 4E	65
<b>Lampiran 5.</b> Grafik Hasil Uji Tekan Sampel 5A, 5B, 5C, 5D, dan 6A	66
<b>Lampiran 6.</b> Grafik Hasil Uji Tekan Sampel 6B, 7, 8, 9A, dan 9C	67
<b>Lampiran 7.</b> Hasil Pengujian XRD Sampel 1A	68
<b>Lampiran 8.</b> Hasil Pengujian XRD Sampel 1B	71
<b>Lampiran 9.</b> Hasil Pengujian XRD Sampel 3A	73
<b>Lampiran 10.</b> Hasil Pengujian XRD Sampel 3BB (3B bagian dalam)	75
<b>Lampiran 11.</b> Hasil Pengujian XRD Sampel 3BG (3B bagian luar)	77
<b>Lampiran 12.</b> Hasil Pengujian XRD Sampel 6A	80
<b>Lampiran 13.</b> Hasil Pengujian XRD Sampel 6B	83
<b>Lampiran 14.</b> <i>Database</i> Pengujian XRD Untuk $\text{SiO}_2$	93
<b>Lampiran 15.</b> <i>Database</i> Pengujian XRD Untuk $\text{CaCO}_3$	94
<b>Lampiran 16.</b> <i>Database</i> Pengujian XRD Untuk $\text{Ca}_2(\text{SiO}_4)(\text{H}_2\text{O})$	95
<b>Lampiran 17.</b> Grafik Hasil Pengujian XRF Sampel 6A	96
<b>Lampiran 18.</b> Grafik Hasil Pengujian XRF Sampel 6B	98