

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI GEOPOLIMER
BERPENGUAT *REDUCED GRAPHENE OXIDE***

TUGAS AKHIR

NINDYA KIRANA P

123.15.014

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Metalurgi



**PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG
2019**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip atau dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar**

Nama : Nindya Kirana P
NIM : 123.15.014
Tanda Tangan :
Tanggal : 28 Agustus 2019

LEMBAR PENGESAHAN
SINTESIS DAN KARAKTERISASI GEOPOLIMER
BERPENGUAT *REDUCED GRAPHENE OXIDE*

TUGAS AKHIR

NINDYA KIRANA P

123.15.014

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Metalurgi

Menyetujui,

Kota Deltamas, 23 Agustus 2019

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Prof. Ir. Syoni Soepriyanto M.Sc. Ph.D

NIP: 195203181976031001

Andrie Harmaji S.T. M.T

NIP: 19910107201607516

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Metalurgi

Dr. Eng. Akhmad Ardian Korda, S.T., M.T.

NIP: 197412042008011011

KATA PENGANTAR

Penulis bersyukur atas segala rahmat dan kemudahan yang diberikan kepada penulis sehingga terselesaikannya Tugas Akhir yang berjudul *Sintesis dan Karakterisasi Geopolimer Berpenguat Reduced Graphene Oxide*. Penelitian ini merupakan kolaborasi dengan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), tepatnya berlokasi di Loka Penelitian Teknologi Bersih.

Tugas Akhir yang tertuang dalam laporan ini adalah salah satu persyaratan kelulusan jenjang strata satu prodi Teknik Metalurgi Institut Teknologi dan Sains Bandung. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, sehingga penulis menerima segala kritikan dan saran dengan harapan penelitian selanjutnya yang dapat lebih baik lagi.

Dalam kelangsungannya, penulis telah dibantu oleh berbagai pihak dan Tugas Akhir ini tidak mungkin membuahkan hasil yang maksimal tanpa bantuan pihak – pihak tersebut. Oleh karena itu penulis ingin menghaturkan ucapan terima kasih dari lubuk hati terdalam sebagai bentuk penghargaan dan rasa hormat terutama kepada:

1. Orang tua atas segala *support* dan kasih tiada tara yang senantiasa selalu mendukung penulis.
2. Prof. Ir. Syoni Soepriyanto, M. Sc., Ph. D. selaku Wakil Rektor Bidang Akademik & Kemahasiswaan dan Dosen Pembimbing I atas masukan dan bantuannya dalam penyelesaian Tugas Akhir juga selama proses perkuliahan.
3. Dr. Eng. Akhmad Ardian Korda, S.T., M.T. sebagai Kepala Prodi Teknik Metalurgi ITSB yang kerap memotivasi dan menjadi *role model* yang baik bagi kami.
4. Andrie Harmaji, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang sudah meluangkan waktu, tenaga, arahan dan gagasan untuk memberikan *support* kepada penulis dari awal hingga akhir penelitian.
5. Elsy Rahimi Chaldun, S.Si., M.T. atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk melaksanakan penelitian ini di Loka Penelitian Teknologi Bersih (LIPI Bandung) serta panduan selama proses berlangsung.

6. Anung Syampurwadi S. Mat., Achmad Subhan M.T., Wahyu Ramdhani, Een Sri Endah, Dr. Andri Hardiansyah Ph.D., Siti, Senni dan segenap pihak yang telah meluangkan waktu membantu kelancaran penelitian penulis di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
7. Soleh Wahyudi M.T., Wildanil Fathoni M.T., Yesi Aristanti M.T., Reza Rizkiansyah M.T., serta segenap Bapak/Ibu Dosen Teknik Metalurgi ITS B atas kerja keras dan jasanya mendidik kami juga turut membantu kegiatan kemahasiswaan dengan tulus.
8. Teman – teman TMM 15 atas bantuan, kerjasama dan inspirasi yang selalu kalian bagikan.
9. HIMATAMA ITS B yang telah memberikan banyak dukungan, pelajaran dan pengalaman berharga selama 4 tahun.
10. Pihak yang tidak disebutkan namun tidak luput dari rasa terima kasih penulis atas bantuannya baik langsung maupun tidak langsung.

Akhir kata, dengan kerendahan hati penulis kerap berdoa agar segenap pihak diatas dapat terbalaskan jasa – jasanya. Penulis juga berharap agar penelitian ini dapat bermanfaat paling tidak sebagai langkah kecil dalam pendalaman ilmu material yang luas.

Kota Deltamas, 28 Agustus 2019

Penulis

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

Sebagai sivitas akademik Institut Teknologi dan Sains Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nindya Kirana P
Nim : 123.15.014
Program Studi : Teknik Metalurgi
Fakultas : Teknik dan Desain
Jenis Karya : Tugas Akhir

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada institut Teknologi dan Sains Bandung **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-Exlusive Royalty – Free Rights*) atas karya ilmiah berjudul:

“Sintesis dan Karakterisasi Geopolimer Berpenguat Reduced Graphene Oxide”

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Teknologi dan Sains Bandung berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Kota Deltamas

Pada Tanggal : 28 Agustus 2019

Yang menyatakan,

Nindya Kirana P

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4 Metodologi Penelitian.....	4
1.5 Sistematika Penulisan	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Geopolimer	6
2.1.1 Struktur Geopolimer.....	6
2.1.2 Prekursor Metakaolin	8
2.1.3 Prekursor <i>Fly Ash</i>	9
2.2 <i>Graphene Oxide</i> (GO)	10
2.2.1 <i>Reduced Graphene Oxide</i> (rGO).....	12
2.2.2 Metode Reduksi GO Menjadi rGO	13
2.3 Sifat Mekanik dan Kelistrikan Penguat	15
BAB 3. PROSEDUR DAN HASIL PERCOBAAN	17
3.1 Alat dan Bahan	17
3.2 Prosedur Percobaan	48
3.2.1 Sintesis <i>Graphene Oxide</i>	48
3.2.2 Sintesis sampel Geopolimer	50
3.3 Pengujian dan Karakterisasi Sampel Uji	52
3.4 Hasil Percobaan	65

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	72
4.1 Analisa Visual Sampel Geopolimer	72
4.1.1 Analisa Permukaan Patahan.....	74
4.1.2 Analisa Mikrostruktur Geopolimer	76
4.2 Faktor yang Mempengaruhi Kuat Lentur Geopolimer.....	77
4.2.1 Hubungan Konsentrasi rGO terhadap Kuat Lentur.....	78
4.2.2 Hubungan Prekursor terhadap Kuat Lentur	79
4.3 Analisa Konduktivitas Elektrik Geopolimer	82
4.3.1 Pengaruh Frekuensi terhadap Konduktivitas Elektrik.....	83
4.3.2 Pengaruh Reduksi rGO terhadap Konduktivitas Elektrik	85
4.4 Perbandingan Sifat Mekanik dan Kelistrikan dengan Literatur	87
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	62
5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	65

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Mix Design Sampel Geopolimer.....	50
Tabel 3.2	Rasio Kuat Lentur Geopolimer Dengan Kuat Lentur H-28	53
Tabel 3.3	Kuat Lentur Geopolimer Melalui Uji <i>Three Point Bending</i>	65
Tabel 3.4	Komposisi Senyawa Pada MK - Geopolimer.....	66
Tabel 3.5	Komposisi Senyawa Pada FA - Geopolimer	66
Tabel 3.6	Hasil Uji XRF Untuk Fly Ash Dan Metakaolin	67
Tabel 4.1	Perbandingan Nilai Sifat Mekanik Dan Konduktivitas Elektrik.....	87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Metodologi Penelitian.....	4
Gambar 2.1	Struktur Geopolimer	7
Gambar 2.2	Proses Geopolimerisasi.....	8
Gambar 2.3	Siklus <i>Graphene</i> , GO, Dan rGO.....	12
Gambar 2.4	Gugus Fungsi Oksida Pada <i>Graphene Oxide</i>	14
Gambar 2.5	SiO ₂ -CNTs Geopolimer.....	16
Gambar 2.6	SEM Lembaran rGO Pada Geopolimer.....	17
Gambar 3.1	Sintesis <i>Graphene Oxide</i> Dengan Metode Hummers.....	49
Gambar 3.2	Pembuatan Sampel Geopolimer	51
Gambar 3.3	Skema Pengujian Dan Karakterisasi Geopolimer.....	52
Gambar 3.4	(a) <i>Universal Testing Machine</i> Orientec UCT-5T; (b) Pengaturan Uji <i>Three Point Bending</i>	54
Gambar 3.5	(a) XRD Bruker <i>Advanced D8</i> ; (b) Preparasi Sampel XRD.....	56
Gambar 3.6	Mekanisme Kerja ATR – FTIR	58
Gambar 3.7	ATR – FTIR Thermoscientific Nicolet iS5	59
Gambar 3.8	Komponen <i>Scanning Electron Microscope</i>	60
Gambar 3.9	(a) <i>Smart Coater</i> ; (b) <i>Scanning Electron Microscope</i>	61
Gambar 3.10	(a) Sampel SEM Berbentuk Serbuk MK – Geopolimer; (b) Sampel SEM Untuk Analisis Permukaan Patahan	61
Gambar 3.11	Perpindahan Fasa Antara Sinyal Tegangan Masukan Dengan Sinyal Arus Keluaran.....	64
Gambar 3.12	(a) Pengaturan Pengujian EIS; (b) HIOKI LCR HiTESTER	64
Gambar 3.13	Spektrum ATR – FTIR <i>Graphene Oxide</i>	67
Gambar 3.14	Spektrum ATR – FTIR <i>Reduced Graphene Oxide</i>	68
Gambar 3.15	(a) <i>Fly Ash</i> 10.000x Pembesaran; (b) Metakaolin 10.000x Pembesaran; (c) <i>Graphene Oxide</i> 10.000x Pembesaran	68
Gambar 3.16	SEM Permukaan Patahan Bending Di Pembesaran 1000x Meliputi (a) FA Control; (b) FA 0,50rGO; (c) MK Control; (d) MK 0,50rGO	69
Gambar 3.17	SEM Serpihan Geopolimer Di Pembesaran 1000x Meliputi (a) FA Control; (b) FA 0,50rGO; (c) MK 0,25rGO; (d) MK 0,75rGO	69
Gambar 3.18	Impedansi (Z) vs Frekuensi Pada FA Geopolimer	70
Gambar 3.19	Impedansi (Z) vs Frekuensi Pada MK Geopolimer.....	71
Gambar 3.20	Impedansi (Z) vs Frekuensi Pada MK Geopolimer Dengan Penambahan rGO.....	71
Gambar 4.1	Sampel Geopolimer Yang Telah Disintesis (a) MK Control; (b) MK 1rGO; (c) FA Control; (d) FA 1rGO	72
Gambar 4. 2	Pertumbuhan Na ₂ CO ₃ · 7H ₂ O Pada MK 0,75rGO	74
Gambar 4. 3	Penampang Patahan Bending (a) MK 1rGO; (b) FA Control	75
Gambar 4. 4	Pencitraan SEM Pada (a) MK 0,75rGO 5000x; (b) FA 0,50rGO 1000x; (c) FA Control 500x	77

Gambar 4. 5 Kuat Lentur vs wt% rGO.....	78
Gambar 4. 6 Bagan Alir Reaksi Bowen	80
Gambar 4. 7 Difraktogram MK - Geopolimer.....	81
Gambar 4. 8 Difraktogram FA – Geopolimer	81
Gambar 4. 9 Konduktivitas Elektrik Di Frekuensi 0,1 Hz Pada (a) MK – Geopolimer; (b) FA – Geopolimer	84
Gambar 4. 10 Konduktivitas Elektrik Di Frekuensi 100.000 Hz Pada (a) MK – Geopolimer; (b) FA – Geopolimer	85
Gambar 4. 11 Spektrum ATR – FTIR GO Dan rGO.....	86

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Pencitraan SEM Serbuk FA – Geopolimer.....	67
Lampiran 2	Pencitraan SEM Serbuk MK Geopolimer	68
Lampiran 3	Pencitraan SEM Permukaan Patahan FA Geopolimer	69
Lampiran 4	Pencitraan SEM Permukaan Patahan MK Geopolimer	70
Lampiran 5	Difraktogram Hasil XRD Komponen Penyusun	71
Lampiran 6	Cole – Cole Plot.....	72
Lampiran 7	Konduktivitas Elektrik Geopolimer.....	77
Lampiran 8	Perhitungan Jumlah RGO dan Pengenceran HCl	78
Lampiran 9	Sintesis Geopolimer.....	79
Lampiran 10	Sintesis <i>Graphene Oxide</i>	80