

**FABRIKASI HIDROKSIAPATIT BERBAHAN DASAR MATERIAL  
TULANG SAPI SEBAGAI ADSORBAN LIMBAH CAIR LOGAM BERAT**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat

Strata-1 Pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh :

**SATRIAWAN DINI HARIYANTO**

**20120130189**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**MOTTO**

**Stay hungry. Stay foolish  
(Steve Jobs)**

## PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

## HALAMAN PERSEMBAHAN



Dengan atas berkat rahmat Allah Yang Maha Kuasa dan dengan didorong oleh keinginan budi pekerti yang luhur, maka Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada :

Ibunda tercinta dr Dwiningsih

Adikku tercinta Muhammad Syaifulloh

Ibu Soepijatoen

Keluarga besar Kromo Tam

Teman-teman Jurusan Teknik Mesin UMY

*AMMP Centre University of Malaya*

Pendopo seni dan budaya Lombok Abang

Tim konsultan Lombok Abang Arsitektur

Tim Beliung Engineering

## KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, yang memberikan berkat, karunia-Nya, dan kekuatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sesuai dengan yang diharapkan dan terlaksana dengan baik. Tugas Akhir ini sbagai salah satu syarat mahasiswa untuk mencapai gelar S1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penulis mengambil topik Tugas Akhir ini yaitu “Fabrikasi Hidroksiapatit Berbahan Dasar Material Tulang Sapi Sebagai Adsorban Limbah Cair Logam Berat”. Manfaat dari penelitian ini dapat dijadikan untuk alternative guna mengatasi permasalahan lingkungan, kesehatan, dan permasalahan sosial yang timbul akibat limbah cair logam berat yang belum diolah secara baik oleh pihak-pihak industri. Penulis menyadari bahwa terselesaikannya tugas akhir ini tidak lepas dari semangat dan dorongan yang diberikan oleh semua pihak kepada penulis. Oleh karenanya melalui kesempatan ini, penulis menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibunda penulis, kerabat, dan keluarga penulis lainnya yang tidak bisa disebutkan satu persatu, yang telah banyak memberikan dukungan baik materi maupun moral dan selalu mendoakan penulis sehingga penulis diberi kesehatan serta kelancaran dalam menyelesaikan tugas akhir.
2. Bapak Novi Caroko, S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Ibu Tutik Sriani, S.T., M.Eng., Ph.D selaku dosen pembimbing I yang memberikan motivasi, masukan, dan mengarahkan penulis dalam penulisan dan penelitian tugas akhir ini.
4. Bapak Gunawan Setia P., S.T., M.Eng., Ph.D selaku dosen pembimbing II yang telah banyak mengarahkan dalam penulisan tugas akhir.
5. Bapak Drs. Sudarisman, M.Sc, Ph.D selaku dosen penguji yang telah memberikan banyak masukan dan saran dalam tugas akhir ini.

6. Dr. Faradzila binti Yusof selaku *supervisor* penulis saat berada di University of Malaya yang telah memfasilitasi keperluan penulis dalam pengerjaan proses karakterisasi material pada tugas akhir ini.
7. Mbak Widi selaku staf ruang pelayanan mahasiswa yang telah membantu penulis dalam terlaksananya sidang pendadaran tugas akhir ini.
8. Teman-teman semua angkatan mahasiswa Teknik Mesin UMY.

Dalam penulisan tugas akhir ini penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan-kekurangan berupa dalam teknik penulisan maupun penyajian materi. Karena itu, penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang sifatnya membangun dari pembaca.

Akhir kata penulis berharap semoga tugas ahir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Yogyakarta, 28 Desember 2015

Satriawan Dini Hariyanto



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN MOTTO .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xii
INTISARI .....	xiii

### BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Dasar Teori .....	6
2.2.1 Tulang .....	6
2.2.2 Struktur Tulang .....	8
2.2.3 <i>Calcium Orthophosphate</i> .....	9
2.2.4 Hidroksiapatit .....	11
2.2.4.1 Sumber-Sumber Hidroksiapatit .....	12
2.2.4.2 Metode-Metode Ekstraksi Hidroksiapatit .....	14
2.2.5 Limbah .....	15
2.2.6 Limbah Berbahaya dan Beracun .....	16

2.2.7 Teknologi Pengolahan Limbah Cair .....	16
2.2.8 Sintering .....	18
2.2.9 Logam Berat ( <i>Heavy Metal</i> ) .....	18
2.2.10 Pengaruh Logam Berat Terhadap Tubuh Manusia .....	19
2.2.11 Metode Pengujian Adsorpsi .....	21
2.2.12 Karakterisasi Material Adsorban .....	21

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Diagram Alir Penelitian .....	24
3.2 Proses Penelitian .....	25
3.3 Diagram Alir Proses Pembuatan Serbuk HA (HAp).....	26
3.4 Diagram Alir Proses Pembuatan <i>Disk</i> HA .....	27
3.5 Proses Pembuatan HAp dan <i>Disk</i> HA .....	27
3.5.1 Proses Pembuatan HA Serbuk (HAp) .....	27
3.5.2 Proses Pembuatan <i>Disk</i> HA .....	30
3.6 Karakterisasi HA Serbuk dan <i>Disk</i> HA .....	32
3.7 Proses Pengujian Adsorpsi .....	34
3.8 Pengujian FTIR .....	35
3.9 Alat dan Bahan .....	35

### **BAB IV PEMBAHASAN**

4.1 Hasil Fabrikasi Serbuk HA .....	40
4.2 Pembahasan Fabrikasi Serbuk HA .....	40
4.3 Hasil Fabrikasi <i>Disk</i> HA .....	42
4.4 Pembahasan Hasil Fabrikasi <i>Disk</i> HA .....	44
4.5 Hasil Pengujian Adsorpsi .....	47
4.6 Hasil Pengujian FTIR .....	48
4.7 Pembahasan Hasil Pengujian FTIR .....	52



**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan ..... 56

5.2 Saran ..... 57

**DAFTAR PUSTAKA ..... 58**

**LAMPIRAN ..... 61**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Susunan Rangka Sapi .....	8
Gambar 2.2 Susunan Struktur Tulang.....	9
Gambar 2.3. Struktur Kimia Material HA .....	12
Gambar 2.4. Lokasi Kristal HA .....	13
Gambar 2.5. Tabel Periodik Unsur .....	19
Gambar 2.6. Contoh Spektra Hasil Pengujian FTIR .....	22
Gambar 2.7. Spektra EDX .....	23
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian .....	25
Gambar 3.2. Diagram Alir Pembuatan Serbuk HA .....	26
Gambar 3.3. Diagram Alir Pembuatan <i>Disk</i> HA .....	27
Gambar 3.4. Material Tulang Sapi .....	28
Gambar 3.5. Proses <i>Heating</i> .....	28
Gambar 3.6. Perubahan Warna Tulang Sapi .....	29
Gambar 3.7. Proses <i>Crushing</i> .....	29
Gambar 3.8 Serbuk Hidroksiapatit .....	29
Gambar 3.9 Serbuk Hidroksiapatit .....	30
Gambar 3.10 Proses Kompaksi Serbuk HA .....	30
Gambar 3.11 <i>Green bodies</i> Hasil Tahap Kompaksi Serbuk .....	31
Gambar 3.12 <i>Furnace</i> untuk tahap sintering .....	31
Gambar 3.13 <i>Disk</i> HA Hasil Sintering .....	31
Gambar 3.14 <i>Disk</i> HA .....	32
Gambar 3.15 Penyangga Sampel HA .....	33
Gambar 3.16 Sampel HA yang Ketinggiannya Sudah Disesuaikan .....	33
Gambar 3.17 <i>Slot</i> Dimasukkan Ke dalam Mesin SEM/EDX .....	33
Gambar 3.18 Air Limbah Sisa Proses Elektropolishing SS 316 L .....	34
Gambar 3.19 Air Limbah Elektropolishing Sebanyak 30 ml .....	35

Gambar 3.20 <i>Furnace</i> Untuk Tahap Sintering .....	35
Gambar 3.21 Timbangan Digital .....	36
Gambar 3.22 <i>Mold</i> .....	36
Gambar 3.23 Alat <i>Press</i> Hidrolis .....	37
Gambar 3.24 <i>Manual Mortar Pestle</i> .....	37
Gambar 3.25 Mesin Pengayak .....	38
Gambar 3.26 SEM/EDX .....	38
Gambar 3.27 FTIR .....	38
Gambar 3.28 Tulang Sapi .....	39
Gambar 4.1 Serbuk HA .....	40
Gambar 4.2 Perubahan Warna Tulang .....	41
Gambar 4.3 Foto SEM Serbuk HA .....	41
Gambar 4.4 <i>Disk</i> HA Hasil Sintering 1000° C .....	42
Gambar 4.5 <i>Disk</i> HA Hasil Sintering 1400° C .....	42
Gambar 4.6 Foto SEM <i>Green Bodies</i> .....	43
Gambar 4.7 Foto SEM <i>Disk</i> HA Hasil Sintering 1000° C .....	43
Gambar 4.8 Foto SEM <i>Disk</i> HA Hasil Sintering 1400° C .....	42
Gambar 4.9 Hasil EDX Material HA .....	45
Gambar 4.10 Unsur-Unsur Pada Serbuk HA .....	46
Gambar 4.11 Spektra FTIR untuk Endapan Air Limbah .....	48
Gambar 4.12 Spektra FTIR untuk Endapan HA Pabrik .....	48
Gambar 4.13 Spektra FTIR untuk Endapan HA Hasil Ekstraksi .....	49
Gambar 4.14 Spektra FTIR untuk Air Limbah Bening .....	49
Gambar 4.15 Spektra FTIR untuk Air HA Pabrik .....	50
Gambar 4.16 Spektra FTIR untuk Air HA Hasil Ekstraksi .....	50
Gambar 4.17 Spektra FTIR untuk <i>Disk</i> HA 1000 .....	51
Gambar 4.18 Spektra FTIR untuk <i>Disk</i> HA 1400 .....	51
Gambar 4.19 Endapan Air Limbah .....	54

Gambar 4.20 Endapan HA Pabrik	54
Gambar 4.21 Endapan HA Hasil Ekstraksi	54
Gambar 4.22 Air Limbah Bening	55
Gambar 4.23 Air Hasil Adsorpsi HA Pabrik	55
Gambar 4.24 Air Hasil Adsorpsi HA Hasil Ekstraksi	55
Gambar 4.25 HA 1000 Setelah Adsorpsi	55
Gambar 4.26 HA 1400 Setelah Adsorpsi	55
Gambar 4.27 Komparasi Hasil Uji FTIR	55

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis-Jenis <i>Calcium Orthophosphate</i> .....	9
Tabel 4.1 Komposisi Unsur-Unsur Penyusun HA 1000 .....	44
Tabel 4.2 Komposisi Unsur-Unsur Penyusun HA 1400 .....	46
Tabel 4.3 Perbandingan Nilai <i>Ca/P Ratio</i> pada Disk HA .....	47
Tabel 4.4 Sampel untuk Uji FTIR .....	47
Tabel 4.5 Unsur-Unsur yang Terdeteksi pada Uji FTIR.....	53