

# **TUGAS SARJANA**

## **BIDANG MATERIAL**

### **“Analisa Kekuatan Tekan Material Hap-Borosilikat Pada Temperatur Sintering 1000°C Dengan Variasi Komposisi dan Gaya Tekan Cetakan”**

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan Program Strata Satu (S1) Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta*

Diajukan oleh :

**HERIX WAHMI SEPTORASI**  
**1310017211045**



**JURUSAN TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**UNIVERSITAS BUNG HATTA**  
**PADANG**  
**2018**



JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS BUNG HATTA

Kampus III. Jl. Gajah Mada No.19 Olo Nanggalo Padang. Telp (0751) 54257. Fax (0751) 51341

---

## **LEMBARAN PENGESAHAN LAPORAN SKRIPSI TUGAS SARJANA**

*Dengan Ini Menyatakan Bahwa Mahasiswa Di Bawah Ini  
Telah Menyelesaikan Tugas Sarjana Untuk Mendapatkan Strata 1(S1)*

Nama : Herix Wahmi Septorasi  
Npm : 1310017211045  
Jurusan : Teknik Mesin

Disetujui Oleh :

Padang, Januari 2018

Pembimbing 1

Pembimbing 2

(Ir. Burmawi, M.T)

(Ir. Suryadimal, M.T)

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNOLOGY INDUSTRI  
UNIVERSITAS BUNG HATTA  
2018**



JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS BUNG HATTA

Kampus III. Jl. Gajah Mada No.19 Olo Nanggalo Padang. Telp (0751) 54257. Fax (0751) 51341

---

## **LEMBARAN PENGESAHAN LAPORAN SKRIPSI TUGAS AKHIR**

*Dengan Ini Menyatakan Bahwa Mahasiswa Di Bawah Ini  
Telah Menyelesaikan Tugas Akhir Untuk Mendapatkan Strata 1(S1)*

Nama : Herix Wahmi Septorasi  
Npm : 1310017211045  
Jurusan : Teknik Mesin

Disetujui Oleh :  
Padang, Januari 2018

Pembimbing 2

(Ir. Suryadimal, M.T)

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNOLOGY INDUSTRI  
UNIVERSITAS BUNG HATTA**

**PERNYATAAN KEASLIAN ISI  
LAPORAN SKRIPSI (TUGAS SARJANA)**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Herix Wahmi Septorasi

NPM : 1310017211045

Program Studi : Teknik Mesin, S1

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan SKRIPSI (Tugas Sarjana) yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan bukan merupakan duplikasi, serta tidak mengutip sebagian atau seluruhnya karya orang lain, kecuali yang telah disebutkan sumbernya.

Padang , Januari 2018

Herix Wahmi Septorasi

**LEMBARAN PENGESAHAN PENGUJI  
TUGAS SARJANA**

**ANALISA KEKUATAN TEKAN MATERIAL HAp – BOROSILIKAT  
DI SINTERING DENGAN SUHU 1000° C DENGAN  
VARIASI KOMPOSISI DAN  
GAYA TEKAN PADA CETAKAN**

*Oleh :*

**Herix Wahmi Septorasi**

**1310017211045**

*Telah Diuji dan Dipertahankan pada Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Bung Hatta pada Tanggal 06 Februari 2018 dengan Dosen-dosen penguji:*

*Disetujui Oleh :*

**Ketua Sidang**

**Penguji I**

**Ir. Burmawi., M.Si**

**NIDN :0027126901**

**Ir. Duskiardi., M.T**

**NIDN :1021016701**

**Penguji II**

**Penguji III**

**Ir. Wenny Marthiana., M.T**

**NIDN :1030036801**

**Ir. Drs. Mulyanef., M.Sc**

**NIDN :0002085903**



*Sujud syukur pada sang Maha Besar, Allah SWT  
Terima kasihku pada pembawa cahaya penuntun, Nabi besar Muhammad SAW  
Kecup indah untuk pembimbing kehidupan manusia, Al-Qur'an.*

*“Berlayarlah Dan Temukan Muara Hikmah Di Pulau Samudera Cinta.  
Waspadalah Diri Dari Sesat Didalamnya.  
Semua Pelayaran Kita Tertuju Pada Satu Muara Cinta,  
Yaitu Mendapatkan Cinta Abadi Yang Esa.”*

*“Sesungguhnya ridho Allah itu terletak kepada Do'a dari kedua Orang tua.  
(Rasulullah SAW)*

#### *Ayahanda*

*Harapanmu untuk keberhasilanku selalu kau iringi dengan do'a  
Namun pengorbananmu tak akan ku lupa  
Semoga aku selalu menjadi anak yang berbakti kepada mu.*

#### *Ibunda*

*Semua yang kau lakukan kepada anak – anakmu adalah suatu hal yang  
Sangat luar biasa, bagiku kau tidak akan pernah tergantikan  
didalamhatiku, kau adalah sosok ibu yang tiada duanya di dunia ini.  
Pengorbananmu, kasih sayangmu,kepedulianmu,kerja kerasmu dan  
banyak lainnya kau berikan hanyalah kepada anak-anakmu khususnya  
kepadaku. Ibu banyak hal lain yang ingin ku tuliskan disini tetapi tidak  
bisa kusebutkan tetapi hanya bisa kurasakan dalam hati dan hidupku.  
Untukmu ibu aku berdo'a, ya Allah.. panjangkanlah umur orang tua ku  
ini, berikanlah kedua orang tua ku kesempatan agar bisa melihat,  
merasakan bila nanti aku besar dan sukses. Ya Allah berikan hamba-mu ini  
kesempatan untuk membahagiakan dan membalas semua jasa orang tua ku  
kepadaku nantinya Allah. Ibu dengan nama Allah, aku bulatkan tekad  
untuk berjuang demi mu. Insya Allah aku akan membalas semua jasmu.*

*Alhamdulillah .....,*

*Dengan segenap rasa yang ada,*

*Ku persembahkan hasil karya ku ini untuk keluarga tercinta*

*Ayahanda Erwin dan Ibunda Emi Lita Hera, S.Pd.Sd*

*Tiada terlukis kebahagiaan ku atas jasa dan bimbingan kedua orang tuaku*

*Yang telah mengantarkanku untuk meraih cita – cita meniti masa depan*

*Dan yang telah berkorban baik moril maupun materil*

*Serta do'anya sehingga aku berhasil memperoleh gelar “Sarjana Teknik”*

*Apa yang telah ku raih ini belum dapat sedikitpun untuk membalas semua*

*Pegorbananmu, do'a dan cinta kasihmu yang masih ku rasakan hingga saat*

*ini, tapi jasa dan teladanmu akan selalu ku kenang dalam nafasku.*

*Buat kakak-ku “Sherly Pratami. S.H” yang saat ini hamil 8 bulan dan yang sedang dirawat di Rumah Sakit, aku do'a kan kakak cepat sembuh dan melahirkan anak yang pertama yang akan menjadi anak yang Sholeh dan mempunyai sifat santun, lemah lembut, rupawan dan yang selalu menghormati kedua orang tua nya kelak. Amiiinn.. Kakak terima kasih telah menjadi panutanku yang selalu memberi dukungan dan solusi dalam menjalani hidup ini.*

*Buat adik-ku “Syarah Sugandi Putri” yang baru berangkat menuju bogor untuk menjalani kuliah dan mengejar masa depan, abg ucapkan terima kasih telah menjadi adik yang baik dan yang akan selalu abg banggakan. Semoga puput dapat menjadi seseorang yang lebih baik dari abg. Amiinnn.....*

*Dan buat kaum hawa yang ku kekal Maulidya Syevtiandini walaupun engkau tidak mendampingiku sekarang tetapi aku mengucapkan terima kasih kepadamu, kau telah menjadi sosok wanita yang sabar dalam menghadapi ku. Semoga kita disatukan untuk menjalani hidup nantinya, semua itu atas izin Allah SWT. Aminnn...*

*Untuk pembimbing ku Ir. Burmawi, Msi. Dan Ir. Suryadimal, M.T Terima kasih telah membimbingku selama penulisan Skripsi ini walaupun bapak tipe orang yang pemarah tapi, semua kata – kata mu adalah inspirasi dan motivasi untuk-ku. Semoga bapak dalam lindungan Allah SWT.*

*Teruntuk all my friends (Nanda(pelo), Hafiz (genji), Raka (camuak),  
Yoga (ureh),bg rio(vespa),Andro(pak cik),Fauzi(buya),  
Adi(si lek),Panji(mister),Rendra(PK),Ridho (Gdk),Afdal,bg Ajo,bg Itom,bg  
Dekrit,Ari(preman)dan lainnya.Ciek Kato untuk kito Kawan,"iko baru  
awal mulo hiduik,Tantangan nan sabananya ado dilua kampus ko kawan  
jadi,Mari kito berjuang masing – masing untuak hiduik kamukonyo..*

*Kawan 2x nan ka dapek ST(Rino komting,Izil,zicho,albert,buser dan  
kasadonyo yang lain. Kajaan lah lai kawan,,mari kito basobok di lua..*

*Dan untuak Babe and Bunda tarimo kasih alah ma izin an awak ba utang  
di kadai, semoga babe and bunda panjang umua dan sehat selalu. Aminn..*

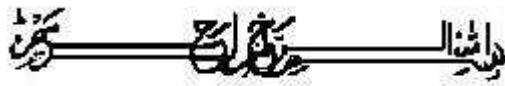
*Sorry bana bagi yang indak tasabuik namonyo yang telah manolong wak  
ntah itu do'a ataupun moril. Tarimo kasih banyak sadonyo.....*

*Semoga secercah keberhasilan ini menjadi pelita  
Dalam perjalanan hidupku  
Meraih sukses dimasa yang akan datang*

*Herix Wahmi Septorasi  
1310017211045*



## KATA PENGANTAR



### **Alhamdulillahirabbil ‘alamin.**

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT, atas rahmat dan ridho-Nya, telah memberikan kekuatan dan kesempatan kepada penulis, sehingga penulis mampu menyelesaikan laporan Tugas Sarjana ini dengan baik.

Pembuatan Tugas Sarjana ini bertujuan kepada mahasiswa Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Mesin Universitas Bung Hatta yang merupakan persyaratan dalam menyelesaikan program strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.

Dalam penyelesaian laporan ini penulis mendapatkan banyak bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak terutama pembimbing 1 dan pembimbing 2. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang tua yang telah memberikan dukungan, materi dan do'a yang tiada hentinya
2. Ir. Burmawi, M.T selaku Pembimbing 1 Jurusan Teknik Mesin Fakultas Technology Industri Universitas Bung Hatta Padang.
3. Ir. Suryadimal, M.T selaku Pembimbing 2
4. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah banyak membantu dalam penulisan laporan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.terima kasih

Penulis juga menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih banyak kekurangan serta kelemahannya. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran serta masukan yang bermanfaat demi sempurnanya laporan ini

Semoga penulisan laporan ini bermanfaat bagi pembaca, khususnya bagi penulis sendiri.

Padang, Februari 2018

Penulis

## **BIODATA**

### **PERSONAL DATA**

Nama Lengkap : Herix Wahmi Septorasi  
No. Buku Pokok : 1310017211045  
Tempat/ tanggal Lahir : Padang/07 September 1995  
Jenis Kelamin : Laki – laki  
Agama : Islam  
Alamat : Kelurahan Kp.Pondok 1, Kec. Pariaman Tengah  
Kota Pariaman, Padang Sumatera Barat  
Tanggal Yudisium : 07 Februari 2018  
Predikat Lulus : Skripsi (A)

Nama Orang tua Laki – laki : Erwin  
Nama Orang tua Perempuan : Emi Lita Hera, SPd.Sd  
Nama Dosen Pembimbing : 1. Ir. Burmawi, Msi.  
2. Ir. Suryadimal, M.T  
Judul Tugas Akhir : Analisa Kekuatan Tekan Material HAp – Borosilikat pada  
Temperatur Sintering 1000° C dengan Variasi Komposisi dan  
Gaya Tekan pada Cetakan.

### **PENDIDIKAN FORMAL**

Sekolah Dasar : SDN 07 Padang Sago Kab. Padang Pariaman  
Tahun 2003 – 2008  
Sekolah Lanjutan Pertama : SMPN1 Padang Sago Kab. Padang Pariaman  
Tahun 2008 – 2010  
Sekolah Lanjutan Atas : SMKN 1 Kota Pariaman  
Tahun 2010 – 2013  
Perguruan Tinggi : Universitas Bung Hatta  
2013 – 2018

### **PENGALAMAN AKADEMIK**

- Kerja Praktek di PT.PLN (Persero) PLTA Unit Maninjau.  
“Water Cooling System di PLTA Maninjau”

### **TUGAS AKHIR**

Judul Tugas Akhir : “ Analisa Kekuatan Tekan Material HAp – Borosilikat pada  
Temperatur Sintering 1000° C dengan Variasi Komposisi  
Dan Gaya Tekan pada Cetakan”.  
Tempat Penelitian : Di Kopertis X Padang Sumatera Barat.  
E – Mail : [herixwahmi2@gmail.com](mailto:herixwahmi2@gmail.com)  
No. Hp : 085363752895

## ABSTRAK

Penggunaan hidroksiapatit sebagai material gatt tulang terus meningkat. Untuk memanfaatkan hidroksiapatit sering dibentuk menjadi biokomposit. Pembentukan biokomposit Hidroksiapatit dimaksudkan untuk mengatasi kelemahan Hidroksiapatit yang bersifat rapuh. Unsur yang ditambahkan dalam pembentukan Hidroksiapatit ini adalah Borosilikat(Boraks dan Silika). Pencampuran material ini diatur dengan komposisi tertentu dengan menggunakan alat yaitu *Ball Milling*. Untuk membentuk spesimen uji maka, dilakukan pencetakan dengan gaya penekanan sebesar 5 kN kemudian diberi suhu sintering sebesar 1000° C. Untuk mengetahui nilai kekuatan tekan dari biokomposit hidroksiapatit dan borosilikat maka dilakukan pengujian, yaitu pengujian Kekuatan Tekan. Dari hasil pengujian kekuatan tekan didapatkan nilai optimum untuk pembentukan hidroksiapatit yaitu pada komposisi 75%:25% dengan nilai kekuatan tekan sebesar 44,50 Mpa dan memberikan nilai Modulus Elastisitas sebesar 5295,865 Mpa. Hal ini memberikan kesimpulan bahwa penambahan borosilikat dalam pembentukan biokomposit tidak merubah struktur kimia dari hidroksiapatit.

**KATA KUNCI :** *Biokomposit, Hidroksiapatit, Borosilikat, Kekuatan Tekan, Sintering.*

## ABSTRACT

The use of hydroxyapatite as a bone graft material continues to increase. To utilize hydroxyapatite is often formed into biocomposite. Biocomposite formation Hydroxyapatite to overcome severe weak brittle Hydroxyapatite. Added elements in this Hydroxyapatite process are Borosilicate (Borax and Silica). Mixing of this material is arranged with certain composition using Ball Milling tool. To create a test specimen then, printed with style force of 5 kN then given sintering temperature of 1000° C. To determine the compressive strength of hydroxyapatite and borosilicate biocomposite then tested, that is compressive force. The optimum test result for hydroxyapatite formation is 75%: 25% composition with strength value 44,50 Mpa and gives Elasticity Modulus value 5295,865 Mpa. This gives the conclusion about the addition of borosilicate in the formation of an irreversible biocomposite chemical structure of hydroxyapatite.

*KATA KUNCI : Biocomposite, Hydroxyapatite, Borosilicate, Compressive Strength, Sintering*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	i
<b>PERYATAAN KEASLIAN ISI</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	v
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vi
<b>BAB I : PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	4
1.3. Tujuan Penelitian .....	4
1.4. Batasan Masalah .....	4
1.5. Manfaat Penelitian .....	5
1.6. Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB II : TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Tulang .....	7
2.2. Hidroksiapatit.....	10
2.2.1 Aplikasi Hidroksiapatit.....	12
2.2.2 Karakterisasi Hidroksiapatit Tulang Sapi.....	13
2.2.3 Kelebihan dan Kelemahan Hidroksiapatit.....	14
2.2.4 Sifat Kimia dari Hidroksiapatit .....	15
2.3 Biomaterial Pengganti Tulang .....	16
2.3.1 Biokeramik .....	17
2.3.2 Biokomposit .....	18
2.3.2.1 Campuran dari Biokomposit.....	21
2.4 Pengaruh Sintering.....	23

2.5	Kekuatan Tekan Material.....	26
2.6	Kekuatan Tekan Cetakan .....	29
2.6.1	Konversi nilai kekuatan tekan 5 kN .....	30

### **BAB III : METODOLOGY PENELITIAN**

3.1.	Diagram Alir .....	31
3.2.	Tempat dan waktu penelitian .....	32
3.3.	Skedul Pengujian .....	32
3.4.	Peralatan dan bahan .....	33
3.4.1	Alat – alat yang digunakan .....	33
1.	Timbangan Digital .....	33
2.	Ball milling .....	34
3.	Furnace.....	34
4.	Alat pengujian kekuatan tekan ( <i>Universal</i> ) .....	35
3.4.2.	Bahan yang digunakan .....	35
1.	Serbuk Hidroksiapatit .....	35
2.	Serbuk Silika .....	36
3.	Serbuk Boraks .....	36
3.5.	Proses Pembuatan Biokomposit.....	36
3.6	Prosedur Pengujian .....	37
3.7	Pembuatan spesimen kerja .....	37
3.8	Parameter yang digunakan .....	39
1.	Parameter Kekuatan Tekan .....	39
3.9	Pengolahan Data .....	39
3.10	Analisa Hasil.....	40

### **BAB IV : ANALISA DAN PEMBAHASAN**

4.1.	Data Pengujian.....	41
4.2.	Pembahasan.....	46

4.2.1 Grafik Hasil Pengujian berdasarkan Komposisi.....	47
4.2.2 Modulus Elastisitas Tekan.....	52
4.2.3 Perbandingan variasi komposisi dan gaya tekan cetakan.....	54

## **BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**

A.Kesimpulan.....	59
B.Saran .....	60

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

- Foto Dokumentasi
- Surat Keterangan selesai KP (Kerja Praktek)
- Dll

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Komposisi Penyusun Tulang .....	7
Tabel 2.2 Komposisi kimia dari sekam padi sebelum di sintering .....	26
Tabel 3.1 Skedul Pengujian .....	32
Tabel 4.1 Hasil pengujian kekuatan tekan dengan komposisi 70 : 30 dan tekanan cetakan 5kN .....	41
Tabel 4.2 Hasil pengujian kekuatan tekan dengan komposisi 75 : 25 dan tekanan cetakan 5kN .....	42
Tabel 4.3 Hasil pengujian kekuatan tekan dengan komposisi 80 : 20 dan tekanan cetakan 5kN .....	43
Tabel 4.4 Hasil pengujian kekuatan tekan dengan komposisi 85 : 15 dan tekanan cetakan 5kN .....	44
Tabel 4.5 Hasil pengujian kekuatan tekan dengan komposisi 90 : 10 dan tekanan cetakan 5kN .....	45
Tabel 4.6 Modulus Elastisitas .....	46
Tabel 4.7 Perbandingan gaya tekan pada cetakan untuk komposisi 70:30.....	54
Tabel 4.7 Perbandingan gaya tekan pada cetakan untuk komposisi 70:30.....	56



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Hirarkis Tulang .....	8
Gambar 2.2 Kalsium dari Hidroksiapatit .....	12
Gambar 2.3 Aplikasi Hidroksiapatit dalam dunia medis .....	12
Gambar 2.4 Serbuk Hidroksiapatit .....	14
Gambar 2.5 Microstruktur dari hidroksiapatit setelah dipanaskan pada temperatur 1200°C .....	19
Gambar 2.6 Silika .....	22
Gambar 2.7 Boraks .....	23
Gambar 2.8 Suhu Sintering.....	25
Gambar 2.9 Kurva true stress – strain sebuah spesimen.....	27
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	31
Gambar 3.2 Timbangan Digital .....	32
Gambar 3.3 Ball Milling.....	34
Gambar 3.4 Furnace.....	34
Gambar 3.5 Mesin Universal .....	35
Gambar 3.6 Serbuk Hidroksiapatit .....	35
Gambar 3.7 Serbuk Silika.....	36

Gambar 3.8 Serbuk Boraks .....	36
Gambar 3.9 Alat yang digunakan saat pencetakan .....	37
Gambar 4.1 Grafik hasil pengujian kekuatan tekan pada komposisi 70 : 30.....	47
Gambar 4.2 Grafik hasil pengujian kekuatan tekan pada komposisi 75 : 25.....	48
Gambar 4.3 Grafik hasil pengujian kekuatan tekan pada komposisi 80 : 20.....	49
Gambar 4.4 Grafik hasil pengujian kekuatan tekan pada komposisi 85 : 15.....	49
Gambar 4.5 Grafik hasil pengujian kekuatan tekan pada komposisi 90 : 10.....	50
Gambar 4.6 Grafik perbandingan komposisi terhadap kekuatan tekan .....	51
Gambar 4.7 Grafik Modulus elastisitas material biokomposit HAp – Borosilikat dengan ... . komposisi yang berbeda.....	53
Gambar 4.8 Grafik perbandingan variasi komposisi dan gaya tekan cetakan pada komposisi 70:30 .....	55
Gambar 4.9 Grafik perbandingan variasi komposisi dan gaya tekan cetakan pada komposisi 75:25 .....	57