

**TUGAS SARJANA
BIDANG MATERIAL**

**ANALISA KEKUATAN TEKAN BIOKOMPOSIT HIDROSIAPATIT TULANG SAPI
DENGAN BOROSILIKAT PADA TEMPERATUR SINTERING 900°C SEBAGAI
KANDIDAT PENGANTI MATERIAL IMPLAN**

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

Diajukan Oleh :

ALPI RIALDI



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

2024

**LEMBARAN PERSETUJUAN PENGUJI
SIDANG SARJANA**

**ANALISA KEKUATAN TEKAN BIOKOMPOSIT HIDROSIAPATIT TULANG SAPI
DENGAN BOROSILIKAT PADA TEMPERATUR SINTERING 900°C SEBAGAI
KANDIDAT PENGGANTI MATERIAL IMPLAN**

*Telah Diuji Dan Dipertahankan Pada Sidang Sarjana
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta Pada Tanggal 23
Februari 2024*

Oleh:

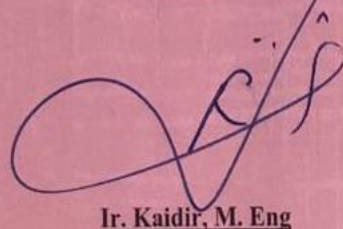
Alpi Rialdi
1910017211032

Disetujui Oleh Tim Penguji :

KETUA

Dr. Burmawi, S.T., M.Si
NIDN : 0027126901

Penguji 1,



Ir. Kaidir, M. Eng
NIDN : 0003076301

Penguji 2,



Ir. Iqbal, M.T
NIDN : 1014076601

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS SARJANA

ANALISA KEKUATAN TEKAN BIODKOMPOSIT HIDROSIAPATIT TULANG SAPI
DENGAN BOROSILIKAT PADA TEMPERATUR SINTERING 900°C SEBAGAI
KANDIDAT PENGGANTI MATERIAL IMPLAN

*Teladi Memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik,
Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

Oleh :

Alpi Rialdi

1910017211032

Diseiujui Oleh :

Dosen Pembimbing



Dr. Burmawi, S.T., M.Si

NIDN : 0027126901

Fakultas Teknologi Industri

Program Studi Teknik Mesin

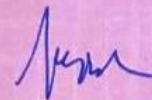
Dekan,

Ketua,



Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T

NIDN : 1012097403



Dr. Ir. Yovial Mahvoeddin, M.T

NIDN : 1013036202

LEMBAR PERNYATAAN

KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis ilmiah saya, skripsi dengan judul “ANALISA KEKUATAN TEKAN BOKOMPOSIT HIDROSIAPATIT TULANG SAPI DENGAN BOROSILIKAT PADA TEMPERATUR SINTERING 900°C SEBAGAI KANDIDAT PENGGANTI MATERIAL IMPLAN” adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat gelar akademik, baik di Universitas Bung Hatta, maupun di perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, penilaian dan rumusan saya sendiri, tanpa bantuan tidak sah dari pihak lain kecuali arahan pembimbing dan tim penguji skripsi.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi lainnya sesuai dengan norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, 7 Maret 2024

Saya yang menyatakan,

Alpi Rialdi

1910017211032

ABSTRAK

Kerusakan tulang sering disebabkan oleh patah tulang sering terjadi akibat bencana alam, kecelakaan lalu lintas, perkelahian, kecelakaan olahraga dan insiden lainnya. Sehingga perlu dikembangkan material baru sebagai bahan untuk implan tulang yang aman dan mudah untuk ditemukan. Sebagai baku untuk implan tulang bisa digunakan dari material komposit, material komposit merupakan salah satu bahan baru hasil rekayasa hasil penggabungan dua atau lebih bahan material, dimana bahan setiap material tersebut memiliki struktur kimia dan sifat fisiknya yang berbeda-beda. Dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan dari penggabungan material Hidroksiapatit dari tulang sapi dan borosilikat dengan variasi komposisi yang berbeda, dan dipanaskan dengan menggunakan furnace pada suhu 900°C. Dari pengujian tekan yang dilakukan didapatkan kekuatan tekan maksimal dengan nilai 6,5 MPa, dari hasil pengujian terlihat dimana Pada pembentukan komposit Hidroksiapatit dengan borosilikat ini terjadi ikatan mekanik antara Hidroksiapatit dan borosilikat, Hidroksiapatit dan borosilikat akan saling mengikat dalam jumlah komposisi Hidroksiapatit lebih banyak dibandingkan dengan borosilikat. Dalam hal ini Hidroksiapatit bisa berfungsi sebagai pengikat dan borosilikat sebagai penguat.

Kata Kunci : *Material Biokomposit, Bahan Implan Tulang, Hidroksiapatit-Borosilikat, Kekuatan Tekan.*

KATA MUTIARA



Sujud Syukur pada sang yang maha besar, Allah S.W.T

Terimakasihku pada sang pembawa Cahaya penuntun, Nabi Besar Muhammad S.A.W

Kecup Indah untuk Pembimbing kehidupan manusia, Al qur'an

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan

Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan)

Kerjakan lah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain

Dan kepada tuhan-MU hendaknya kamu berharap

(Q.S Al- Insyirah : 6-8)

Ya... Allah...

Karena mu lah...

Pada hari ini...

Engkau beri aku kesempatan untuk membahagiakan

Orang-orang yang aku sayangi dan mengasihiku

Namun...kusadari perjuangan ku belum usai

Tujuan belum tercapai.

Esok ataupun lusa aku masih mengharap ridho-Mu ya Allah

“sesungguhnya ridho Allah itu terletak pada ridho orang tua”

(Rasulullah S.A.W)

Ayahanda

Harapanmu untuk keberhasilanku selalu ku iringi dengan do'a dan

Pengorbanan mu tak akan terlupakan

Semoga aku selamanya menjadi anak yang berbakti.

Ibunda

Limpahan kasih sayangmu ku jadikan tongkat dalam berkarya

Tetes air mata menjadi cambuk bagi kesuksesan

Kasih dan belaian mu menyejukkan sanubariku

Kesabaran mu meringankan langkahku dalam meraih asa dan cita.

Alhamdulillah

Dengan segenap rasa yang ada

Kupersembahkan hasil karya ku ini untuk keluarga tercinta

Ayahanda "**MULYADI**" dan ibunda "**YENDRAWATI**"

Tiada terlukis kebahagiaanku atas jasa dan bimbingan kedua orang tuaku

Yang telah mengantarkan ku untuk meraih cita-cita meniti masa depan

Dan yang telah berkorban baik moral maupun materi

Serta do'anya sehingga aku berhasil memperoleh gelar sarjana Teknik

Apa yang telah kuraih ini belum dapat membalas semua pengorbanan

Do'a dan cinta kasih yang masih kurasakan sampai detik ini

Tapi jasa dan teladanmu akan selalu ku kenang dalam nafasku.

Buat adek-adekku **INDRI REGINA** dan **RIXELDES RIALDI** yang selalu memberikan support terimakasih atas nasehat dan semangatnya selama ini.

Dan buat Teman-teman ku semua yang telah membantu dan mensupport selama ini, terimakasih atas segala kebaikan kalian.

Semoga secerah keberhasilan ini menjadi pelita

Dalam perjalanan hidupku meraih sukses

Dimasa yang akan mendatang

Aamiin....

Alpi Rialdi

1910017211032

KATA PENGANTAR



Dengan mengucapkan puji dan Syukur kepada Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya yang telah dilimpahkan kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir dengan judul **“ANALISA KEKUATAN TEKAN BIOKOMPOSIT HIDROSIAPATIT TULANG SAPI DENGAN BOROSILIKAT PADA TEMPERATUR SINTERING 900°C SEBAGAI KANDIDAT MATERIAL PENGANTI IMPLAN**

Adapun maksud dan tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah untuk memperoleh gelar sarjana strata satu (S1) jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi, Universitas Bung Hatta.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Reni Desmiarti, M.T selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta.
2. Bapak Dr. Ir. Yovial Mahyoedin R.D., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri.
3. Bapak Dr. Burmawi, S.T., M.Si selaku Dosen Pembimbing penulis di Universitas Bung Hatta, yang telah sabar dan meluangkan waktunya untuk membimbing penulis dalam pembuatan tugas akhir ini serta telah memberikan ilmu, inspirasi, nasehat serta waktu untuk bertukar pikiran.
4. Seluruh Tenaga Pendidikan dosen, Staff dan Karyawan Universitas Bung Hatta.
5. Rekan-rekan Jurusan Teknik Mesin Angkatan 2019 Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta.
6. Terimakasih kepada semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan namanya satu persatu, yang telah mendukung serta membantu saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Dan yang paling spesial sekali kepada Ayah, Ibu, serta Adek yang telah memberikan bantuan moral, serta do'a dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan ini masih banyak kekurangannya, untuk itu penulis mengharapkan masukan berupa kritik dan saran yang positif demi kelengkapan dan kesempurnaan laporan Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga laporan ini dapat bermanfaat serta dapat menambah wawasan pembaca maupun bagi penulis sendiri.

Wassalam

Padang, Februari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GRAFIK	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tulang Sapi	5
2.2 Karakteristik Pada Tulang	6
2.3 Material Pengganti Tulang	9
2.4 Material Hidroksiapatit	11
2.4.1 Karakteristik Hidroksiapatit	12
2.4.2 Sumber Hidroksiapatit Tulang Sapi	13
2.4.3 Pengolahan Hidroksiapatit Pada Tulang Sapi	17
2.5 Borosilika	18
2.5.1 Silika	18
2.5.2 Boraks (Natrium Tetraborat Dekahiidrat)	19
2.6 Ball Mill	20
2.7 Komposit	21
2.8 Sintering	22
2.9 Kekuatan Tekan Komposit	24

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1 Diagram Alir.....	28
3.2 Peralatan Dan Bahan.....	29
3.2.1 Peralatan Yang Digunakan.....	29
3.2.2 Alat Pengujian Yang Digunakan.....	30
3.2.3 Bahan Yang Digunakan	31
3.3 Prosedur Pengujian.	34
3.3.1 Proses Pembuatan Spesimen.....	34
3.3.2 Pengujian Tekan	35
3.4 Data Pengujian Tekan.	36
3.5 Pengolahan Data Dan Analisa Data.	37
BAB IV ANALISA DATA.....	38
4.1 Data Spesimen Uji Tekan.....	38
4.1.1 Data Spesimen Uji Tekan.....	38
4.1.2 Data Hasil Pengujian Tekan	39
4.2 Data Pengujian Tekan	40
4.2.1 Perhitungan Masa Jenis Spesimen.....	40
4.2.2 Perhitungan Pengujian Tekan.....	41
4.3 Grafik Hasil Pengujian Tekan.....	49
4.4 Pembahasan.....	57
BAB V PENETUP.....	61
5.1 Kesimpulan.....	61
5.2 Saran	61

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tulang Sapi.....	6
Gambar 2.2 penyambungan tulang dengan plat logam	8
Gambar 2.3 Tulang Sehat Dan Tulang Osteoporosis	9
Gambar 2.4 Patah Tulang Pada Manusia	11
Gambar 2.5 Tulang sapi yang sudah dikalsinas	13
Gambar 2.6 Tulang Ayam.....	14
Gambar 2.7 Tulang Ikan Sapu-sapu.....	15
Gambar 2.8 Cangkang Kepiting.....	15
Gambar 2.9 Cangkang Kerang	16
Gambar 2.10 Tulang Sapi Bagian Rusuknya	17
Gambar 2.11 Pasir Kwarsa Atau Slika.....	18
Gambar 2.12 Borak	20
Gambar 2.13 Alat Ball Mill.....	21
Gambar 2.14 Pengabungan material sehingga menjadi komposit	22
Gambar 2.15 Alat Sintering (Furnace)	23
Gambar 2.16 Pengujian Tekan	25
Gambar 2.17 Penomena Buckling.....	26
Gambar 2.18 Pengujian Tekan <i>Barelling</i>	26
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	28
Gambar 3.2 Furnace	29
Gambar 3.3 Timbangan Digital.....	29
Gambar 3.4 Cetakan Spesimen	30
Gambar 3.5 Pen Cetakan Spesimen	30
Gambar 3.6 Alat Uji Tekan	31
Gambar 3.7 Silika.....	32
Gambar 3.8 Serbuk Hidrosiapatit.....	32
Gambar 3.9 Boraks.....	33
Gambar 3.10 Spesimen Benda Uji	33

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Perbandingan Antara Komposisi Hidrosiapatit Dengan Borosilikat	3
Tabel 3.1 Data Dasar Pengujian Tekan	36
Tabel 4.1 Data Spesimen Uji Tekan 900°C	38
Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Tekan	39
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Massa Jenis Spesimen.....	41
Tabel 4.4 Data yang sudah diolah menjadi Kekuatan tekan (MPa).....	48
Tabel 4.5 Data hasil pengujian uji tekan kesatu	49
Tabel 4.6 Data hasil pengujian uji tekan kedua	51
Tabel 4.7 Data hasil pengujian uji tekan ketiga.....	52
Tabel 4.8 Data hasil pengujian uji tekan.....	54
Tabel 4.9 Data Rata-rata Kekuatan Tekan.....	56

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Grafik Kekuatan Tekan Hap-Borosilikat Percobaan Kesatu.....	50
Grafik 4.2 Grafik Kekuatan Tekan Hap-Borosilikat Percobaan Kedua	51
Grafik 4.3 Grafik Kekuatan Tekan Hap-Borosilikat Percobaan Ketiga	53
Grafik 4.4 Grafik Kekuatan Tekan Hap-Borosilikat	55
Grafik 4.5 Grafik Kekuatan Tekan Hap-Borosilikat	56

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencangkokan tulang menggunakan metode yang di sebut dengan Implan. Material yang biasanya banyak digunakan sekarang adalah seperti titanium dan lain sebagainya. Penggunaan implant pada tulang manusia tentu menimbulkan efek samping dari manusia karena bahan yng digunakan berbeda dengan tulang manusia.(Antonius,2017)

Tulang pada tubuh manusia mudah terjadi patah. Penyebabnya ada beberapa macam yaitu ada karena musibah alam, kecelakaan berkendara, keceakaan kerja, olahraga dan lain-lain. Untuk itu perlu dicarikan jalan keluar dari kebutuhan material yang mampu menggantikan fungsi dan kegunaan dari tulang.(Ahmad Taufik,2017).

Penyembuhan tulang manusia telah banyak dilakukan dan diterapkan seperti autograft, allograft, dan xenograft. Tetapi alternatif ketiga ini bisa menyebabkan komplikasi dalam penyembuhan luka seperti: infeksi, peradangan, resistensi dan kelangkaan penyumbang. Selain itu, allograft juga berisiko menularkannya penyakit seperti AIDS dan hepatitis (Sigit Kusdaryono, 2017).

Salah satu bahan yang paling menjanjikan sebagai bahan dasar pembuatan tulang adalah hidroksiapatit (HA),karena memiliki biokompatibilitas dan komposisi yang baik mirip dengan mineral yang menyusun tulang manusia.Selain itu, hidroksiapatit bisa berkembang menjadi perancah berpori demikian dapat mempercepat proses terapi tulang karena pori-pori di perancah akan menjadi jalur untuk proses penetrasi sel dan distribusi nutrisi pertumbuhan tulang dapat berjalan dengan baik (Ichsan, 2018).

Namun, hidroksiapatit memiliki kekuatan mekanik yang buruk. Oleh karena itu, pengembangan perancah berpori berdasarkan komposit hidroksiapatit saat ini lebih menarik daripada scaffolding hidroksiapatit murni. (Syahroom, 2020).

Pada gigi manusia adalah struktur komposit terdiri dari komponen anorganik termasuk turunan kalsium fosfat dan komponen organik seperti kolagen. Mineral Gigi terdiri dari lima kalsium fosfat biologis yaitu hidroksiapatit, trikalsium fosfat (TCP),octacalcium phosphate (OCP), kalsium amorf fosfat (ACP), dan dehidrasi dikalsium fosfat. Kalsium fosfat berinteraksi dengan timbal kembali sehingga untuk merenovasi tulang hadir saat

dicangkokkan. Karena itu, gigi manusia dapat digunakan sebagai alternatif pembuatan cangkok tulang karena memiliki struktur yang sama dengan tulang dan dibuang karena sering dianggap sebagai limbah klinis dan ekonomi. (Buwamawi, 2018)

Ada beberapa jenis penyebab kerusakan pada tulang salah satunya fraktur. Fraktur adalah kejadian yang sering terjadi ditemui ketika terjadi kecelakaan lalu lintas, bencana alam, penyakit, kecelakaan olahraga dan lain-lain seterusnya (Sya'ban, et al., 2017; Sagarana, et al., 2017). Berdasarkan data Riset Kesehatan Dasar oleh Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Republik Indonesia (2013), di Indonesia tercatat lebih dari 20.829 kasus kecelakaan dan sebanyak 1.775 diantaranya mengalami patah tulang tulang (Kemenkes RI, 2013).

Pembuatan gigi sebagai cangkok tulang bisa dilakukan dilakukan dengan menghancurkan gigi menggunakan metode planetary ball mill. Pabrik bola planet adalah pabrik bola dengan skala kecil yang digunakan dalam laboratorium dan digunakan untuk reduksi ukuran bagus dengan dasar penggilingan kering atau basah, pencampuran, homogenisasi bahan kimia, tanah dan bahan farmasi. Sebelum pabrik bola planet dilakukan kalsinasi. Dimana kalsinasi adalah proses pemanasan air, karbon dioksida atau gas lainnya yang memiliki ikatan kimia dengan bahan pada suhu tinggi di bawah titik leleh dari bahan penyusunnya, yang bertujuan untuk menghilangkan bakteri atau agennya menyebabkan penyakit dan pada 800°C hingga 900 °C menunjukkan pembentukan hidroksiapatit murni dan kristalisasi. (Ardhiyanto, H. B. 2015)

Tulang adalah merupakan suatu yang memiliki jaringan rangkanya sangat kuat, kaku dan kompleks Perangkat keras yang bertindak sebagai suatu sistem Penggerak organ, pendukung, pelindung bagi tubuh, untuk menyimpan mineral dan energi menghasilkan sel darah merah komposisi Tulang sapi . (Barakat, 2008).

Pada penelitian ini perlu dikaji perlakuan sintering material hidroksiapatit dengan membentuk menjadi komposit dengan menambahkan borosilikat. Proses yang dilakukan dengan melakukan sintering dengan temperatur tinggi dengan waktu holding tertentu untuk mendapatkan sifat mekanik komposit hidroksiapatit-borosilikat yang di harapkan.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana mendapatkan sifat mekanik Biokomposit-Borosilika yang mendekati sifat mekanik tulang manusia.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sifat mekanik uji Tekan pada material Biokomposit-Borosilikat pada temperature sintering 900 °C.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Hidroksiapatit yang berasal dari Tulang Sapi
2. Borosilikat dengan kandungan borak sebesar 0,25 gram.
3. Silika yang terbuat dari sekam padi
4. Pengujian ini dilakukan dengan pemanasan sintering Temperatur 900°C
5. Pengujian sifat mekanik di lakukan yaitu uji Tekan.
6. Dengan komposisi

Tabel 1.1 Perbandingan antara komposisi Hidrosiapatit dan Borosilikat

Variasi Komposisi	Hidrosiapatit	Borosilikat
90% : 10%	90%	10%
85% : 15%	85%	15%
80% : 20%	80%	20%
75% : 25%	75%	25%
70% : 30%	70%	30%

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

Untuk mengetahui sifat mekanik dari komposit hidrosiapati-borosilikat pada suhu tinggi.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang digunakan oleh penulis dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

I. PENDAHULUAN

Dalam bab pendahuluan ini, penulis mencoba menguraikan tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

II. TINJUAN PUSTAKA

Berisikan landasan teori dari beberapa literatur yang mendukung pembahasan tentang studi kasus yang diambil, yaitu analisa karakteristik dan komposisi komposit hidroksiapatit silika temperatur tinggi sebagai bahan pengganti implan tulang manusia.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tentang alat dan bahan yang digunakan, prosedur penelitian, beserta waktu dan tempat penelitian dari menganalisa karakteristik dan komposisi komposit hidroksiapatit silika temperatur tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN