

**PENGARUH PROSES *SINTERING* PADA
TEMPERATUR 800 °C PADA PRODUK HIASAN
DINDING TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS
PADA PRODUK INDUSTRI GERABAH KASONGAN**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
untuk Melaksanakan Tugas Akhir pada
Jurusan Teknik Mesin



Disusun oleh:

Nama : **Muhamad Rifai**

No Mahasiswa : **05 525 023**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

2011

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PENGARUH PROSES *SINTERING* PADA
TEMPERATUR 800 °C PADA PRODUK HIASAN
DINDING TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS
PADA PRODUK INDUSTRI GERABAH KASONGAN**



Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

Sigit Budi Hartono, ST., MT.

Muhammad Ridlwan, ST., MT.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**PENGARUH PROSES *SINTERING* PADA
TEMPERATUR 800 °C PADA PRODUK HIASAN
DINDING TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS
PADA PRODUK INDUSTRI GERABAH KASONGAN**

TUGAS AKHIR

Disusun oleh:

Nama : **Muhamad Rifai**

No Mahasiswa : **05 525 023**

Telah Dipertahankan Di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memper Oleh Gelar Sarjana Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 31 Oktober 2011

Tim Penguji :

Sigit Budi Hartono, ST., MT

Ketua

Agung Nugroho Adi, ST., MT

Anggota I

Mohammad Faizun, ST., M.Eng

Anggota II

(.....)

(.....)

(.....)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Agung Nugroho Adi, ST., MT.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Kupersembahkan Kepada :

Allah SWT yang telah mencurahkan rahmat, hidayah serta karunia-Nya.

Nabi Muhamad SAW sebagai teladan dalam menapaki kehidupan.

Bapak & Ibu

Ayahanda Umar usup dan Ibunda Mahdiyah yang selalu mendo'akan dari

hembusan nafas pertamaku

sampai saat ini. Yang tak pernah letih kau menuang kasih sayang

Tak pernah letih kau memberi, mendidik,

menuntun setiap langkahku

jangan berhenti kau memberi

jangan berhenti do'amu mengalir untukku.

Pengorbananmu yang begitu besar takkan pernah terbalaskan olehku.

Semoga ALLAH SWT yang membalas kalian dengan limpahan rahmat dan

ridho-Nya, karena ketidak sanggupanku untuk bisa membalas semuanya untuk

selamanya.

I love you.

Keluarga Besar Cilegon

Kakak-kakak ku tercinta Ely Ewalyah dan Herman serta Keluarga besar Rawe

Gondang dan Luwung sawo

Terima kasih untuk semua bantuan, do'a dan perhatiannya.

Semoga ALLAH SWT membalas kalian dengan limpahkan rahmat dan karunia-

Nya.

Amin.

Anak-anak Ikatan Peljar Mahasiswa Cilegon dan teman-teman sejati ku Rizki

patria, Fikri Pribadi Fauzi, Dimas Pradipta, Ayu, Indah, Marini. terima kasih

atas suport dan dukungan kalian semua semoga kalian sukses selalu.

Amin.

Mas Ranji serta keluarga di Kasongan, yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Terimakasih atas bimbinganya. Semoga ALLAH SWT membalas kalian dengan limpahkan rahmat dan karunia-Nya.

Temen-temen Mesin UII angkatan 2005 dan semua temen-temen di Teknik Mesin UII. Buktikan kalo kita bisa dan mampu! serta buktikan bahwa kita adalah yang terbaik! Semoga semuanya cepet lulus dan sukses! Amin.



HALAMAN MOTTO

"... Allah akan meninggikan orang yang beriman di antara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat ..."

(Q.S Al Mujaadilah ayat 11)

"Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan) maka kerjakanlah dengan sungguh-sungguh urusan yang lain. Dan hendaklah hanya kepada tuhanmulah kamu berharap"

(Qs. Al-Insraf 6-8)

"Apabila kamu tidak dapat memberikan kebaikan kepada orang lain dengan kekayaanmu, berilah mereka kebaikan dengan wajahmu yang berseri-seri disertai ahlak yang baik"

(Nabi Muhammad SAW)

"Jangan lihat masa lampau dengan penyesalan, jangan pula lihat masa depan dengan ketakutan, tapi lihatlah sekitarmu dengan penuh kesadaran"

(James Thurber)

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum. Wr. Wb.,

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala nikmat, rahmat dan hidayah-Nya sehingga laporan tugas akhir dengan judul “Pengaruh proses *sintering* pada temperatur 800 °C pada produk hiasan dinding terhadap sifat fisis dan mekanis pada produk industri gerabah kasongan” ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam semoga selalu tercurah kepada Nabi besar kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga serta sahabatnya.

Tugas akhir ini adalah sebagai salah satu syarat yang harus ditempuh untuk mendapatkan gelar sarjana Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Selama penulisan dan penyusunan laporan tugas akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ayahanda Umar Usup & Ibunda Mahdiyah dan keluarga untuk semua do'a dan dukungannya.
2. Bapak Gumbolo, ST., M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Agung Nugroho Adi, ST., MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Sigit Budi Hartono, ST., MT dan Bapak Muhammad Ridlwan, ST., MT selaku Dosen Pembimbing tugas akhir yang telah sangat banyak membantu dan membimbing dengan penuh kesabaran selama proses pengerjaan dan penyusunan tugas akhir ini.
5. Segenap Dosen Jurusan Teknik Mesin, Universitas Islam Indonesia.

6. Kakak-kakak tercinta Ely Awaliyah, Kng Herman, Kng muslih dan keluarga besar yang telah memberi semangat, do'a dan dukungannya.
7. Mba Indah selaku *Front Office* Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia yang telah banyak membantu untuk semua urusan birokrasi dan administrasi selama pengerjaan dan penyusunan laporan tugas akhir ini.
8. Teman-teman angkatan 2005 Jurusan Teknik Mesin dan semua mahasiswa Jurusan Teknik Mesin untuk dukungan dan bantuannya, “*solidarity forever*”.
9. Serta ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan namanya satu persatu di sini. Semoga Allah membalas kebaikan kalian semua dengan berlipat ganda. Amin.

Penulis sangat menyadari bahwa dalam penulisan laporan tugas akhir ini terdapat banyak kesalahan. Untuk itu penulis sangat mengharapkan adanya kritik serta saran yang membangun dari semua kalangan pembaca, sehingga penulis dapat memperbaikinya pada kesempatan yang akan datang. Akhir kata semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.,

Jogjakarta, Oktober 2011

Penulis

ABSTRAKSI

Untuk membuat produk keramik hiasan dinding. Perlu dilakukan dengan menggunakan metode yang baik serta proses pengerjaan yang benar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh proses sintering pada temperatur 800 °C pada produk hiasan dinding terhadap sifat fisis dan mekanis pada produk industri gerabah kasongan. Bahan material yang digunakan berupa tanah merah, tanah kuning dan pasir halus. Masing-masing material dikeringkan kemudian disaring sampai didapat ukuran butir 80 mesh, kemudian material di-mixing selama 20 menit dengan proses kering. Produk dibentuk dengan menggunakan cetakan stone gipsum dengan tekanan 15 kg. Sintering produk dilakukan dengan menggunakan tungku listrik (furnace) dengan laju pemanasan 13,3 °C/menit sampai temperatur 800 °C dan ditahan selama 60 menit. Pendinginan dilakukan di dalam furnace sampai pada temperatur suhu ruang 30 °C. Produk dibentuk menjadi spesimen pada bagian atas, samping dan tengah. Uji porositas dan bending dengan bentuk balok ukuran (P = 50 mm, L = 3 mm, T = 4 mm) dengan menggunakan standar JIS R 1601 dan kekerasan Rockwell sampel di-mounting didalam resin. Tujuannya untuk mengetahui sifat fisis dan mekanis pada produk. Pengujian porositas pada sampel 1 dan 2 sebesar 44,3 % dan sampel 3 sebesar 36,6 %. Kekerasan Rockwell pada sampel 1 dan 2 sebesar 20,3 dan sampel 3 sebesar 22,6. Pada ketahanan bending sampel 1 dan 2 sebesar 0,016 dan sampel 3 sebesar 0,05 (kg/mm²).

Kata kunci : *Sintering, Porositas, Kekerasan Rockwell, Bending.*

DAFTAR ISI

PENGARUH PROSES <i>SINTERING</i> PADA TEMPERATUR 800 °C PADA PRODUK HIASAN DINDING TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS PADA PRODUK INDUSTRI GERABAH KASONGAN	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iError! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAKSI.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	x
Bab I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
Bab II.....	4
LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Keramik.....	4
2.1.1 Klasifikasi Keramik	5
2.1.2 Keramik Klasik (Tradisional).....	5
2.1.3 Keramik Modern	5
2.1.4 Sifat Keramik	5

2.2	Pembakaran	6
2.2.1	<i>Sintering</i>	6
2.3	Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis.....	7
2.3.1	Densitas	7
2.3.2	Porositas	8
2.4	Pengujian Kekerasan.....	9
2.4.1	Uji Kekerasan <i>Brinell</i>	9
2.4.2	Uji Kekerasan <i>Rockwell</i>	10
2.4.3	Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	11
2.4	<i>Bending Strength</i>	12
Bab III	.....	14
METODOLOGI PENELITIAN		14
3.1	Tahapan-Tahapan Perancangan.....	14
3.2	Peralatan yang digunakan	15
3.2.1	Bahan Baku	15
3.2.2	Peralatan.....	15
3.3	Pengujian Butiran	15
3.4	Proses <i>Pressing</i>	16
3.5	Uji <i>Sintering</i>	17
3.6	Uji Porositas	18
3.7	Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	19
3.8	Uji Bending (<i>Bending Strength</i>).....	20
Bab IV	.....	22
HASIL DAN PEMBAHASAN		22
4.1	Hasil Perancangan	22
4.1.1	Proses Pengeringan Tanah	22
4.1.2	Proses Pemilihan Butiran	22
4.1.3	Proses Pencampuran Material	23
4.1.4	Proses <i>Press</i> Produk	24
4.1.5	Proses <i>Sintering</i>	25
4.2	Hasil Pengujian.....	27

4.2.1	Pengamatan Sifat Fisis.....	27
4.2.1.1	Pengujian Porositas	27
4.2.2	Pengujian Sifat Mekanis	30
4.2.2.1	Pengujian Kekerasan <i>Rockwell</i>	30
4.2.2.2	Pengujian Bending (<i>Three-point Bending</i>).....	32
4.3	Pembahasan dan Analisis	34
4.3.1	Analisis Proses Pencetakan Produk.....	34
4.3.1.1	Penekanan Tangan (manual).....	35
4.3.1.2	Penekanan Mesin <i>Press</i>	35
4.3.2	Analisis Proses <i>Sintering</i>	35
4.3.2.1	Analisis Proses <i>Sintering</i> dengan Tungku Listrik.....	35
4.3.2.2	Analisis Proses <i>Sintering</i> dengan Tungku Tradisional	36
4.3.3	Pengamatan Struktur Makro.....	37
Bab V	.....	37
PENUTUP	.....	38
5.1	Kesimpulan.....	38
5.2	Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	.....	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1	Pertumbuhan bentuk kristal selama <i>sintering</i>	7
Gambar 2-2	Pengujian kekerasan <i>Brinell</i>	10
Gambar 2-3	Pengujian kekerasan <i>Rockwell</i>	11
Gambar 2-4	Pengujian kekerasan <i>Vickers</i>	12
Gambar 2-5	Pengujian bending	13
Gambar 3-1	<i>Flowchart</i> penelitian.....	14
Gambar 3-2	Alat penggetar saringan motori.....	16
Gambar 3-3	Mesin <i>press</i>	17
Gambar 3-4	Tungku listrik.....	17
Gambar 3-5	Timbangan <i>digital</i> dan spesimen uji.....	18
Gambar 3-6	<i>Microhardness Tester</i>	19
Gambar 3-7	Spesimen uji <i>Rockwell</i>	20
Gambar 3-8	<i>Universal Testing Material</i>	20
Gambar 3-9	Spesimen uji bending.....	21
Gambar 4-1	Proses pengeringan tanah.....	22
Gambar 4-2	Proses penyaringan butiran.....	23
Gambar 4-3	Proses <i>mixing</i> material.....	23
Gambar 4-4	Tanah liat elastis.....	24
Gambar 4-5	Hasil <i>press</i> produk.....	24
Gambar 4-6	Produk siap dibakar	25
Gambar 4-7	Penataan produk di dalam <i>furnace</i>	26
Gambar 4-8	Proses <i>sintering</i> produk	26
Gambar 4-9	Hasli produk.....	27
Gambar 4-10	Hasil penekanan manual	35
Gambar 4-11	Tungku tradisional.....	36
Gambar 4-12	Pengamatan struktur makro	37

DAFTAR TABEL/GRAFIK

Tabel 4-1 Hasil pengujian porositas produk yang dibuat.....	28
Tabel 4-2 Hasil pengujian porositas produk kasongan	29
Grafik 4-1 Hasil pengujian porositas	29
Tabel 4-3 Hasil kekerasan <i>Rockwell</i> produk yang dibuat	31
Tabel 4-4 Hasil kekerasan <i>Rockwell</i> produk kasongan.....	31
Grafik 4-2 Hasil pengujian <i>Rockwell</i>	32
Tabel 4-5 Hasil pengujian bending produk yang dibuat	33
Tabel 4-6 Hasil pengujian bending produk kasongan.....	33
Grafik 4-3 Hasil pengujian bending.....	34



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri gerabah yang sering disebut dengan tembikar atau keramik, merupakan salah satu jenis usaha yang mampu bertahan bahkan berkembang dalam kondisi krisis saat ini. Penggunaan teknologi yang sederhana yang dikerjakan dengan menggunakan tangan, dikeringkan, kemudian dibakar dengan tungku tradisional ternyata mampu mendatangkan keuntungan yang besar.

Keberadaan industri gerabah dikasongan Yogyakarta, telah menjadikan salah satu ciri khas wilayah ini dan salah satu komoditi unggulan yang dikenal tidak saja karena mutu yang tinggi, desain yang variatif dan kualitas yang bagus, tetapi juga dari nilai ekspornya yang tinggi. Krisis moneter yang terjadi tidak berpengaruh terhadap kegiatan industri ini, bahkan dengan menurunnya nilai rupiah justru memberikan nilai ekspor yang tinggi karena semakin tingginya pasaran gerabah ke manca negara, seperti Australia, Amerika, Jepang, Belanda dan Perancis.

Perkembangan teknologi dan cita rasa seni dari para pengrajin gerabah memberikan sentuhan seni yang tinggi, baik dari sisi bentuk gerabah itu sendiri maupun pemberian warna dan penutup gerabah dari bahan baku pelepah pisang yang dikeringkan. Dalam rangka menunjang pengembangan usaha kerajinan gerabah perlu dilakukan studi kelayakan produk. Hasil penelitian yang disusun dalam bentuk analisis proses *finishing* pembuatan produk gerabah di kasongan. Hal ini dimaksudkan untuk memenuhi kebutuhan informasi bagi pengembangan investasi atau usaha ini.

Anonim, 2004 : Sistem Informasi Pola Pembiayaan/Lending Model Usaha Kecil (Diakses 14/12/2010)

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah bagai mana membuat suatu produk keramik dengan menggunakan beberapa metode pada saat proses pembuatan dan pengujian.

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini meliputi hal-hal sebagai berikut:

1. Pemilihan perbandingan komposisi pada setiap tanah.
2. Melakukan proses *sintering* pada suhu 800 °C dengan waktu penahanan 1 jam.
3. Melakukan pengujian karakterisasi sifat fisis dengan mengetahui tingkat porositas pada produk.
4. Melakukan pengujian sifat mekanis dengan menggunakan metode kekerasan *Rockwell* dan pengujian bending (*Bending strength*).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dalam tugas akhir ini yaitu:

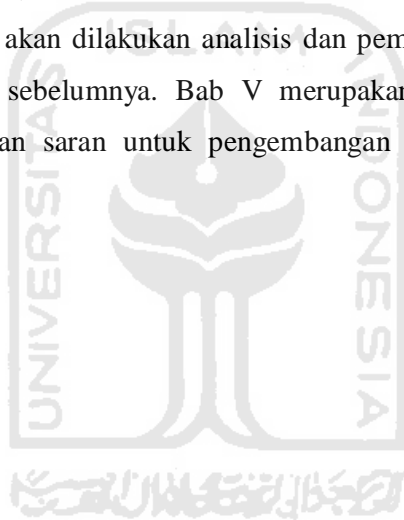
1. Dapat mengetahui metode yang baik digunakan dalam proses pembuatan produk.
2. Mengetahui pengaruh waktu penahanan temperatur suhu pada saat *sintering* terhadap karakteristik produk.
3. Mengetahui hasil tingkat kekerasan dan ketahanan pada produk setelah dilakukan beberapa pengujian.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Menjadikan industri kerajinan gerabah di Indonesia khususnya di kasongan Yogyakarta dengan kualitas produk yang unggul agar mampu bersaing dengan negara-negara lain.
2. Sebagai bahan masukan kesemua pengrajin gerabah.
3. Menjalin hubungan baik antara pendidikan dan dunia industri.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika dalam penulisan tugas akhir ini diberikan uraian bab demi bab secara berurutan untuk mempermudah dalam pembahasan. Pokok-pokok permasalahan ditulis menjadi empat bab yang terdiri dari : bab I, berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan manfaat tugas akhir ini. Bab II memberikan gambaran tentang dasar-dasar teori yang digunakan sebagai acuan dalam pelaksanaan penelitian dan pemecahan masalah yang dihadapi dalam penelitian. Kumpulan data dan pengolahan data akan dibahas pada bab III, dimana data diolah untuk mendapatkan tujuan yang diinginkan. Pada bab IV akan dilakukan analisis dan pembahasan terhadap hasil yang didapat pada bab sebelumnya. Bab V merupakan penutup yang berisi kesimpulan penelitian dan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Keramik

Istilah keramik sesuai konteks modern, mencakup material anorganik yang sangat luas, keramik mengandung elemen nonmetalik dan metalik dan dibuat dengan berbagai teknik manufaktur. Secara tradisional, keramik dibuat dari mineral silikat, seperti lempung yang dibakar pada temperatur 1200 °C-1800 °C (*Smallman dkk, 1999*). Keramik berasal dari bahasa Yunani yang berarti kramos, yang berarti bahan yang dibakar atau material yang dibakar ditungku (tanur) sejak zaman dahulu. Keramik modern sering kali dibuat tanpa tahap pembakaran ditungku (misalnya penekan-panas, *sintering*-reaksi, defitrifikasi-gelas, dan sebagainya).

Dalam bidang industri keramik dikelompokkan sebagai gerabah, produk lempung keras (bata, pipa keramik), bahan tahan api (bata tahan api, silika, alumina, basa, netral), semen dan beton, gelas dan *enamel vitrous*, dan keramik rekayasa (teknik halus). Keramik rekayasa memiliki kekuatan yang sangat tinggi dan keras, memiliki stabilitas kimia yang sangat luar biasa dan dapat dibuat dengan toleransi dimensi yang sangat ketat. Secara umum pengembangan keramik rekayasa didorong oleh niat untuk membuat material yang memiliki efisiensi energi yang lebih tinggi dan lebih baik, temperatur pemrosesan yang lebih tinggi dan mengingat kelangkaan mineral strategis.

Berbeda dengan keramik tradisional, yang memanfaatkan mineral alam yang dengan sendirinya agak bervariasi, generasi keramik rekayasa yang baru tergantung pada ketersediaan material yang dimurnikan dan material sintetis, dan pada pengendalian mikrostruktur yang ketat selama pemrosesan. Keramik memiliki sifat yang bervariasi dan dalam prosedur desain sering kali perlu diterapkan konsep statika untuk komponen bertegangan. Desain harus memperhatikan kegetasan *inheren*, atau ketahanan perambatan retak yang rendah.

2.1.1 Klasifikasi Keramik

Pada prinsipnya keramik dapat dibagi menjadi dua tipe, yaitu: keramik tradisional dan keramik modern.

2.1.2 Keramik Klasik (Tradisional)

Keramik tradisional adalah produk yang menggunakan material berbahan dasar lempung. Keramik tradisional dikarakterisasi oleh mikrostrukturnya yang poros dan berbasis silikat (*silicate-based ceramics*), kasar, tidak seragam dan multifase (Barsoum, 1997). Keramik tradisional umumnya tersusun dari campuran lempung dan *feldspar*, kemudian dibentuk dengan berbagai cara, dibakar hingga matang, dan terakhir diberi lapisan glasi. Contoh produk keramik tradisional adalah batu bata, ubin, gerabah (*pottery*), *tableware*, patung, benda saniter, dan porselen untuk listrik.

2.1.3 Keramik Modern

Pada perkembangannya, keramik tidak hanya terbatas pada lempung atau material yang berbasis pada silikat saja, tetapi juga senyawaan oksida tertentu, *carbide*, *perovskit*, *nitride*, *boride*, *silicide*, *sulfide*, dan material sintesis yang tidak ada di alam. Karakterisasi keramik jenis ini dipengaruhi oleh mikrostrukturnya yang baik, homogen, sangat murni dan tidak poros dibandingkan dengan keramik tradisional. Arah pengembangan keramik ini adalah tiga kelompok teknologi modern pada saat ini yaitu *aerospace*, otomotif, dan elektronika. Proses pembuatannya harus dijaga pada kondisi tertentu dan dikontrol dengan ketat. Keramik modern tersebar luas pada berbagai aplikasi misalnya biokeramik, superkonduktor, katalis, refraktori, optik. Keramik modern dapat dikelompokkan sebagai *advance material*, yang dapat dibagi menjadi keramik, logam, polimer, komposit, dan material elektronik.

2.1.4 Sifat Keramik

Sifat yang umum dan mudah dilihat secara fisik pada kebanyakan jenis keramik adalah *brittle* (rapuh), hal ini dapat dilihat pada keramik jenis tradisional

seperti kendi, gelas, gerabah dan sebagainya. Sifat lainnya tahan terhadap suhu tinggi (1200 °C), sebagai contoh keramik tradisional yang terdiri *clay*, kaolin, *flint*, dan *felspard*. Keramik *engineering*, seperti: keramik oksida mampu tahan sampai dengan suhu 2000 °C dan mempunyai kekuatan tekan tinggi (Daulay, 2009).

2.2 Pembakaran (*Firing*)

Proses pembakaran merupakan salah satu tahapan yang sangat penting pada proses pembuatan benda keramik, karena tanpa melalui proses pembakaran maka benda keramik belum dapat disebut produk keramik. Tanah liat merupakan bahan baku utama untuk pembuatan keramik yang akan mengalami proses pembakaran apabila telah melewati temperatur 600 °C. (Budiyanto dkk, 2008c)

Tanah liat kemudian akan mengalami perubahan fisik dan kimiawi menjadi keras dan padat yang tidak dapat hancur oleh air. Proses perubahan tersebut disebut perubahan keramik (*ceramic change*), akan tetapi belum dapat dikatakan bahwa tanah liat yang telah melewati temperatur 600 °C bukan berarti tanah liat tersebut telah matang secara sempurna. Temperatur kematangan suatu tanah liat berbeda-beda sesuai dengan jenis tanah liatnya.

Secara umum jenis bahan tanah liat yang digunakan untuk membuat benda keramik dapat dibedakan menjadi:

- *Earthenware* (900 °C-1180 °C)
- *Stoneware* (1200 °C-1300 °C)
- *Porselin* (1250 °C-1460 °C)

Pembakaran benda keramik dari waktu ke waktu terus mengalami perkembangan untuk tujuan penyempurnaan, baik dari jenis, cara pengoperasian maupun bahan bakarnya, hal ini dimaksudkan untuk lebih meningkatkan efektivitas, efisiensi dan produktivitas.

2.2.1 *Sintering*

Sintering adalah suatu proses mengubah butiran (material keramik) menjadi bahan keramik yang padat dan kuat melalui pemanasan. (Sulistya dkk,

2007). *Sintering* merupakan suatu proses perlakuan panas terhadap suatu padatan serbuk pada suhu tinggi yang diawali oleh pemberian tekanan sebelum dipanaskan dengan tujuan untuk mengurangi porositas. Saat padatan serbuk di-*sintering*, material tersebut mengalami perubahan kekuatan dan pengaruh elastisitas, kekerasan dan kekuatan patahan, konduktivitas listrik dan termal, permeabilitas gas dan cairan, ukuran dan bentuk partikel, ukuran dan bentuk pori, komposisi kimia, dan struktur kristal. (Daulay.2009)



Gambar 2-1 Perubahan bentuk kristal selama *Sintering*
(www.chem-is-try.org/materi_kimiakimia-industri) (03/10/2011)

Selama tahap awal *sintering*, terjadi peleburan tanpa penyusutan padatan dan pembentukan leher (*necking*) yang menghasilkan cekungan. Selama tahap *sintering* selanjutnya terjadi pertumbuhan leher (*necking*), pembentukan pori dan dimungkinkan partikel-partikel akan saling mendekat sehingga terjadi pertumbuhan pori.

2.3 Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis

Pengujian fisis meliputi: densitas dan porositas, sedangkan pengujian mekanik: kekerasan (*Brinell, Rockweel, Vickers*) dan *Bending Strength*.

2.3.1 Densitas

Densitas atau kerapatan didefinisikan sebagai masa persatuan volume material, bertambah secara teratur dengan meningkatnya nomor atomik pada setiap sub kelompok. Kebalikan densitas adalah volume spesifik v , sedangkan hasil kali v dengan massa atomik W disebut atomik Ω . Densitas dapat ditentukan dengan metode pencelupan biasa atau metode sinar-X.

Pada proses perpaduan, densitas campuran bahan berubah. Hal ini terjadi karena massa atom terlarut berbeda dengan massa pelarut, selain itu parameter kisi juga mengalami perubahan karena perpaduan. Perubahan parameter dapat ditentukan dengan hukum *Vegard* yang mengansumsikan bahwa parameter kisi larutan padat bergantung secara linier dengan konsentrasi atom, namun dijumpai berbagai penyimpangan dari perilaku ideal ini.

Densitas jelas bergantung pada massa atom, ukuran, serta penumpukannya. Logam berwujud padat. Keramik memiliki densitas yang lebih rendah dibandingkan logam karena mengandung atom ringan, baik C, N, atau O. Polimer memiliki densitas rendah karena terdiri dari untaian atom ringan.

Pengukuran densitas sampel keramik yang telah disintering dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (Smallman dkk, 2004):

$$\rho = \frac{M}{V}$$

Keterangan:

ρ = densitas sampel (kg/cm³)

M = massa sampel (kg)

V = volume sampel (cm³)

2.3.2 Porositas

Porositas sangat menentukan strukturmikro suatu material. Pada keramik, pori terbentuk karena terperangkapnya molekul air atau udara diantara badan keramik yang mulai mengeras pada proses pengeringan dan pemanasan, dimana uap air akan menguap sehingga akan meninggalkan rongga kosong yang disebut pori (daulay, 2009). Sesuai dengan fenomena *sintering*, jika suhu *sintering* meningkat. Maka nilai porositasnya semangkin kecil, pada saat proses *sintering* terjadi pengurangan pori akibat adanya pertumbuhan butir dan mencairnya bahan *feldspar* yang dapat menutup pori-pori yang ada dibatas butir (Maryati, 2011).

Pengukuran porositas dari sampel keramik yang telah di-sintering menggunakan persamaan (Smallman dkk, 2004)

$$\text{Porositas} = \frac{M_b - M_k}{M_k} \times 100\%$$

Keterangan :

Mk = massa sampel kering (kg)

Mb = massa sampel basah (kg)

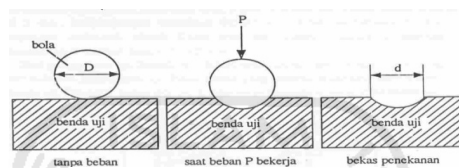
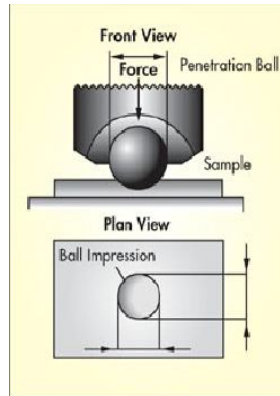
2.4 Uji Kekerasan

Kekerasan suatu bahan adalah ketahanan (daya tahan) suatu bahan terhadap daya benam dari bahan lain yang lebih keras dan dibenamkan pada material benda uji. Pengujian kekerasan adalah untuk mengetahui kekerasan suatu bahan. Data ini sangat penting didalam perlakuan proses perlakuan panas. Uji kekerasan dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain *Brinell*, *Rockwell* dan *Vickers*. Perbedaan antara ketiga metode ini pada material bentuk indenter atau penetrator. (*ASTM Bull, 1951*).

2.4.1 Uji kekerasan *Brinell*

Pengujian kekerasan dengan metode *Brinell* bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap bola baja (identor) yang ditekankan pada permukaan material uji tersebut (spesimen). Idealnya, pengujian *Brinell* diperuntukan untuk material yang memiliki permukaan yang halus dengan uji kekuatan berkisar 500-3000 kg.

(Anonim, 2011 : [Alat Uji.What-is-Hardness-Test-Uji-Kekerasan](#)). (Diakses 26/01/2011).



Gambar 2-2 Pengujian kekerasan *Brinell*

(www.alatuji.com) (26/01/2011)

Persamaan kekerasan *Brinell* (Panduan praktikum pengujian bahan, 2004):

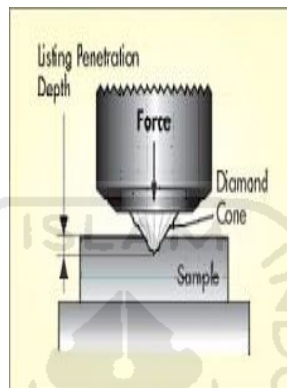
$$\text{BHN} = \frac{P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

- Keterangan :
- P = Beban yang diberikan (kg)
 - D = Diameter penetrator (mm)
 - d = Diameter injakan penetrator (mm)
 - BHN = Kekerasan *Brinell* (kg/mm)

2.4.2 Uji kekerasan *Rockwell*

Uji ini menggunakan kedalaman lekukan pada beban yang konstan sebagai ukuran kekerasan. Mula-mula diterapkan beban kecil sebesar 10 kg untuk menempatkan benda uji, hal ini akan memperkecil jumlah preparasi permukaan yang dibutuhkan dan penumbukan ke atas atau penurunan yang disebabkan oleh penumbuk, kemudian diterapkan beban yang besar, dan secara otomatis kedalaman lekukan akan terekam *gage* yang menunjuk angka kekerasan.

Penunjuk tersebut terdiri atas 100 bagian, masing-masing bagian menyatakan penembusan sedalam 0,00008 inci. Penumbuk yang digunakan berupa kerucut intan 120° dengan puncak yang hampir bulat dan dinamakan penumbuk *brale* serta bola baja berukuran diameter 1/6 inci dan 1/8 inci. Beban besar yang digunakan adalah 60, 100, 150 kg (Panduan praktikum pengujian bahan, 2004).



Gambar 2-3 Pengujian kekerasan *Rockwell*
(www.alatuji.com) (26/01/2011)

2.4.3 Uji kekerasan *Vickers*

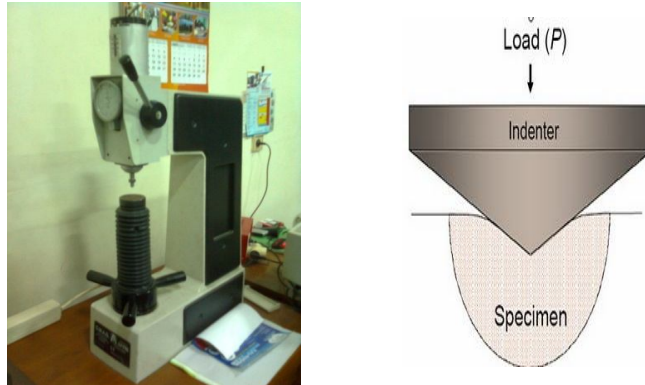
Uji ini menggunakan penumbuk piramida intan yang dasarnya berbentuk bujur sangkar. Besarnya sudut antara permukaan-permukaan piramid yang saling berhadapan adalah 136°. Sudut ini dipilih karena nilai tersebut mendekati sebagian besar nilai perbandingan yang diinginkan antara diameter lekukan dan diameter bola penumbuk pada pengujian kekerasan *Brinell*. Angka kekerasan piramida intan (DPH) atau angka kekerasan *Vickers* (VHN) dapat ditentukan persamaan sebagai berikut (Panduan praktikum pengujian bahan, 2004):

$$VHN = \frac{1,854 \cdot P}{D^2}$$

Keterangan : HV = Kekerasan *Vickers* (kg/mm²)

D = Diagonal jejak rata-rata (mm)

P = Beban yang diberikan (kg)



Gambar 2.4 Alat pengujian kekerasan dan indenter piramida intan.

(www.alatuji.com) (26/01/2011)

Beban yang sering digunakan dalam pengujian *Vickers* berkisar antara 1 sampai 120 kg, tergantung kekerasan yang akan diuji. Uji kekerasan *Vickers* tidak bisa digunakan untuk pengujian rutin karena pengujian tersebut lamban, memerlukan persiapan permukaan benda uji yang hati-hati, dan terdapat pengaruh kesalahan manusia yang besar pada penentuan panjang diagonal.

2.5 Bending Strength

Umumnya keramik tidak dilakukan pengujian tarik langsung karena keramik sangat peka terhadap cacat permukaan. Pertama, sulit menerapkan tegangan tarik uniaksial. Penjepitan benda uji dapat merusak permukaan dan adanya pelenturan pada spesimen sewaktu pengujian menimbulkan kegagalan dini. Kedua, pembuatan spesimen dengan bagian tengah yang lebih kecil dan sisi yang halus tanpa cacat mahal biayanya. Oleh karena itu, pada keramik dan gelas diterapkan uji patah. Cara ini sudah lama diterapkan pada material tidak ulet seperti beton dan besi cor kelabu (Smallman dkk, 2004).



Gambar 2-5 Pengujian Bending *strength* metode tiga titik tumpu
(www.rtd.frwhy_post.php) (7/05/2011)

Pada metode uji patah tiga titik, spesimen berbentuk batang ditempatkan pada tumpuan dan dengan hati-hati diterapkan dengan beban dengan laju regangan konstan. Pengukuran kuat patah sampel keramik yang telah di-sintering dengan menggunakan *Ultimate Testing Machine* (UTM) dengan metode tiga titik tumpu dan dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Surdia dkk, 1985).

$$\sigma_f = \frac{3PL}{2bh^2}$$

Keterangan:

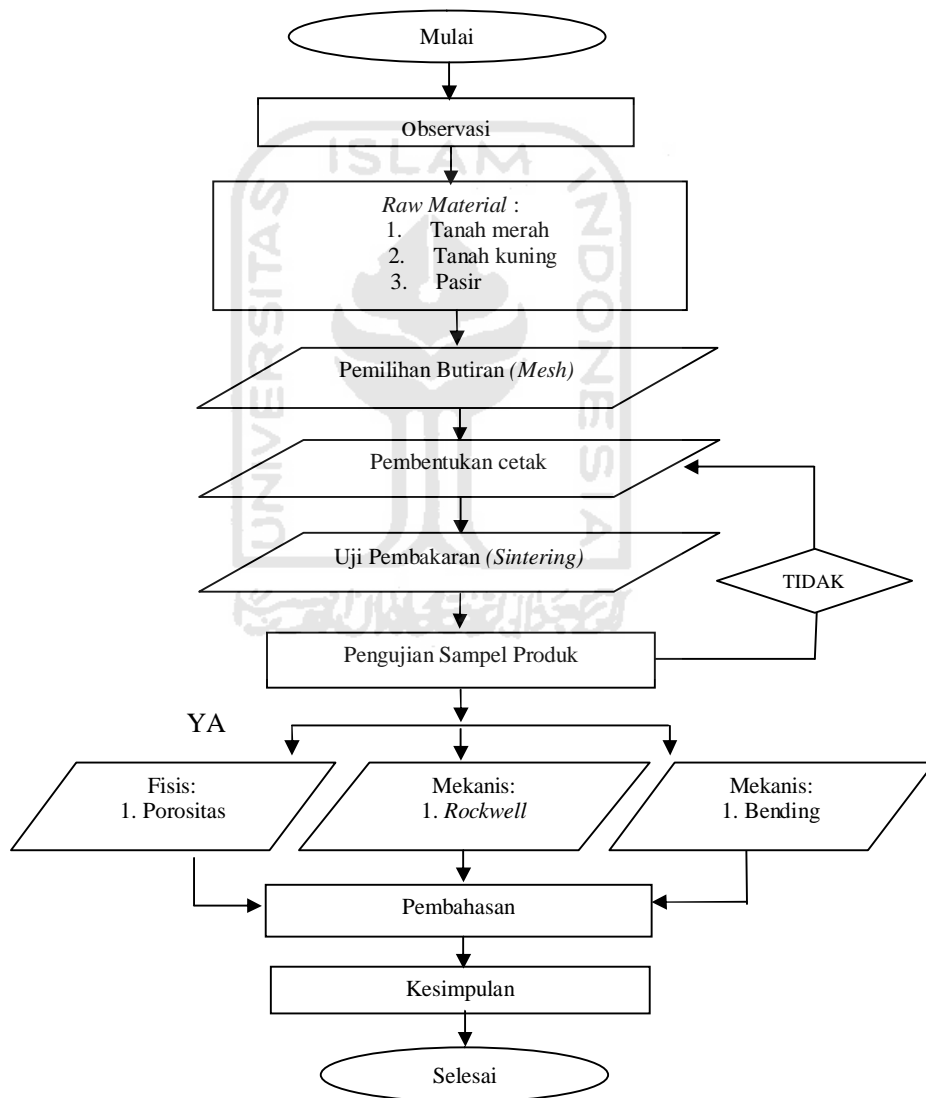
- σ_f = kuat patah (kg/cm²)
- P = beban yang diberikan (kgf)
- L = jarak kedua titik tumpu (cm)
- b = lebar sampel (cm)
- h = ketebalan sample (cm)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahap-Tahap Perancangan

Tahapan-tahapan dalam proses perancangan pembuatan keramik dapat dilihat pada diagram alir dibawah ini :



Gambar 3-1 *Flowchart* penelitian

3.2 Bahan dan Peralatan yang digunakan

Untuk melakukan kegiatan suatu penelitian dalam pembuatan keramik maka diperlukan bahan baku utama sebagai *raw material* dan peralatan proses serta karakterisasinya.

3.2.1 Bahan baku

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah merah (imogiri), tanah kuning (godean) dan pasir (godean).

3.2.2 Peralatan

1. *Screening (mesh)*
2. Cetakan *stone gipsum*
3. Mesin *Press*
4. Tungku listrik (*Furnace*)
5. Timbangan digital
6. Resin
7. Ampelas
8. *Microhardness Tester* (uji kekerasan *Rockwell*)
9. *Universal Testing Machine* (Pengujian Bending)

3.3 Pengujian Butiran

Alat yang digunakan untuk penyaringan butiran adalah penggetar saringan motori. Tujuan penyaringan untuk memperoleh butiran dengan ukuran 80 *mesh*. Spesifikasi mesin :

1. MBT SIEVE SHAKER AG-515 tahun 2003



Gambar 3-2 Alat Penggetar saringan motori

(8/06/2011)

2. Mampu menyaring butiran dari *mesh* 20, 40, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200, dan 300. ASTM *standar test sieve*.
3. *Steel base, 8 inch sieve diameter, capacity 8 pcs sieve.*
4. Dimensi (L x W x h) 50 x 50x 100 cm.
5. Berat kotor 55 kg

3.4 Proses Pressing

Peralatan yang digunakan untuk *press* produk pada saat dicetak dengan mesin *press*. Proses *pressing* ini bertujuan untuk mendapatkan nilai tekanan yang baik pada produk.



Gambar 3-3 Mesin *press*
(13/06/2011)

3.5 Uji *Sintering*

Proses *sintering* pada produk dilakukan dengan menggunakan tungku listrik. Spesifikasi mesin :



Gambar 3-4 Tungku listrik
(16/03/2011)

1. Nama alat CONTROLAB tahun 1999 (Perancis)
2. Dimensi ruang pembakaran:
 - a. Panjang (P) = 50 cm
 - b. Lebar (L) = 30 cm
 - c. Tinggi (T) = 30 cm
3. Temperatur pembakaran 27 °C – 1200 °C

3.6 Uji Porositas

Pengujian porositas pada produk dilakukan dengan menggunakan timbangan digital dengan tujuan untuk mengetahui tingkat pori yang terdapat pada badan produk. Hal ini penting dilakukan, karena tingkat porositas yang tinggi yang terdapat didalam badan produk dapat menyebabkan produk menjadi mudah retak akibat penurunan tingkat kekerasan dan ketahanan. Pada gambar 3-5 menunjukkan porositas yang terdapat pada badan produk.



Gambar 3-5 Timbangan digital dan Spesimen

(13/06/2011)

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian porositas yang mengacu pada standar JIS 1601 adalah sebagai berikut :

1. Produk dipotong menjadi sampel dengan dimensi P : 50 mm L : 3 mm T : 4 mm.
2. Berat sampel kering ditimbang dengan timbangan digital.
3. Sampel direndam didalam air kemudian ditimbang beratnya.
4. Catat hasil yang telah dilakukan.

3.7 Uji Kekerasan *Rockwell*

Pengujian kekerasan pada produk dilakukan dengan menggunakan metode kekerasan *Rockwell*. Tujuan nya untuk mengetahui tingkat kekerasan pada produk. Hal ini penting dilakukan untuk mencegah terjadinya goresan dan patah terutama pada profil dan sisi-sisi badan produk pada saat di-*packing* yang menyebabkan produk menjadi rusak. Alat yang digunakan untuk pengujian ini adalah *Microhardness Tester*.



Gambar 3-6 *Microhardness Tester*

(16/03/2011)

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian *Rockwell* yang mengacu pada standar JIS Z 2251 adalah sebagai berikut :

1. Produk dipotong sesuai dengan dimensi yang direncanakan sampai menjadi sampel, kemudian di-*mounting* dalam resin.

2. Kemudian diampelas dengan nomor permukaan 400, 600, 800, 1000, 1200 dan 1500 *mesh* hingga mendapat permukaan yang halus dan rata pada benda uji.



Gambar 3-7 Spesimen uji *Rockwell*
(16/03/2011)

3.8 Uji Bending (*Bending Strength*)

Tujuan pengujian bending dilakukan untuk mengetahui tingkat ketahanan retak pada produk. Alat yang digunakan adalah *Universal Testing Machine*.



Gambar 3-8 *Universal Testing Machine*
(03/10/2011)

Spesifikasi mesin :

1. *Testing machine* tahun 1994 (Korea)
2. Maksimum bending 6 KgF m (60 N-m)
3. *Tes speed* 3000 r/min
4. Maksimum spesimen 226 mm
5. *Counter capacity* 1×10^7
6. *Overal* dimensi 1770 x 500 x 1220

Prosedur pengujian mengacu pada standar JIS R 1601. Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian bending adalah sebagai berikut :

1. Dimensi sampel ($P = 50$ mm $L = 3$ mm $T = 4$ mm) diukur dengan menggunakan jangka sorong.
2. Tempatkan sampel pada dudukan ± 1 cm dari bagian penekan, kemudian set penunjuk gaya yang akan diberikan (P) pada posisi tepat angka nol.
3. Atur posisi *return speed* ke arah preset dan tekan tombol *power* ke posisi *ON* hingga lampu *power* nyala.
4. Arahkan tombol *direction* ke posisi bawah maka secara otomatis bagian penekan akan bergerak maju hingga benda uji patah.



Gambar 3-9 Spesimen bending

(16/03/2011)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan

4.1.1 Proses Pengeringan Tanah

Material tanah merah, tanah kuning dan pasir halus yang masih basah dikeringkan dengan cara dijemur pada sinar matahari hingga kering. Tanah ditumbuh hingga menjadi butiran halus yang bertujuan untuk memudahkan proses penyaringan pada alat penggetar saringan motori. Terlihat pada gambar 4-1 proses pengeringan pada tanah.



Gambar 4-1 Proses pengeringan tanah

(16/05/2011)

4.1.2 Proses Pemilihan Butiran

Material tanah disaring dengan menggunakan alat penggetar saringan motori hingga didapatkan butiran 80 *mesh*. Proses penyaringan dapat dilihat pada gambar 4-2



Gambar 4-2 Proses penyaringan butiran

(08/06/2011)

4.1.3 Proses Pencampuran Material

Proses pencampuran (*mixing*) pada material dengan cara :

1. Material tanah kering dicampur dengan berat takaran tanah merah 500 gr, pasir 500 gr dan tanah kuning 500 gr selama 20 menit. Terlihat pada gambar 4-3



Gambar 4-3 Proses *mixing* material

(09/06/2011)

2. Material tanah diberi air sampai tercampur merata menjadi tanah liat elastis. Terlihat pada gambar 4-4



Gambar 4-4 Tanah liat elastis
(13/06/2011)

4.1.4 Proses *Press* Produk

Pemakaian air saat pencampuran material tanah tidak boleh terlalu banyak, karena dapat menyulitkan pada saat di-*press* yang mengakibatkan material keluar banyak dari cetakan dan sulit untuk dilepaskan karena lengket. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Tanah liat dibentuk sesuai dengan ukuran cetakan.
2. Produk di-*press* dengan tekanan sebesar 15 Kg.
3. Hasil produk setelah dilepaskan dari cetakan. Terlihat pada gambar 4-5



Gambar 4-5 Hasil Produk
(13/06/2011)

4.1.5 Proses *Sintering*

Proses *sintering* sangat menentukan gagal atau tidaknya produk. Kendala pada saat proses *sintering* yaitu temperatur suhu dapat mempengaruhi produk matang atau tidaknya. Langkah-langkah yang dilakukan pada saat proses *sintering*.

1. Pastikan produk yang akan di-*sintering* setengah kering diudara terbuka. Hal ini bertujuan untuk menghindari keretakan pada produk saat mendapat perlakuan panas pada saat di-*sintering* di dalam *furnace*. Terlihat pada gambar 4-6 produk siap dibakar.



Gambar 4-6 Produk siap dibakar

(20/06/2011)

2. Produk ditata dengan posisi berdiri untuk menghindari perubahan bentuk pada produk. Terlihat pada gambar 4-7 penataan produk di dalam *furnace*.



Gambar 4-7 Penataan Produk di dalam *Furnace*

(20/06/2011)

3. Mengatur temperatur suhu 800 °C pada *furnace*. Pada gambar 4-8 ditunjukkan saat dilakukan proses *sintering* produk.



Gambar 4-8 Proses *Sintering* Produk

(20/06/2011)

Pada saat proses *sintering*, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur 800 °C selama 60 menit dengan kenaikan temperatur 13,3 °C/menit kemudian ditahan selama 1 jam.

Proses pendinginan dilakukan di dalam tungku (*furnace*) sampai temperatur mencapai suhu ruang 30°C (normal) untuk menghindari *thermal shock* yang dapat mengakibatkan material retak.

4. Pada gambar 4-9 terlihat hasil produk setelah di-*sintering*.



Gambar 4-9 Hasil Produk Hiasan Dinding
(22/06/2011)

4.2 Hasil Pengujian

4.2.1 Pengujian Sifat Fisis

4.2.1.1 Pengujian Porositas

Pengujian porositas dan bending pada masing-masing produk dibagi menjadi 9 sampel dengan ukuran P : 50 mm L : 3 mm T : 4 mm.

1. Pada bagian atas badan produk diambil 3 bagian.
2. Pada bagian samping badan produk diambil 3 bagian.
3. Pada posisi bagian tengah badan produk diambil 3 bagian

Nilai porositas pada sampel produk dapat dihitung dengan persamaan:

$$\text{Porositas} = \frac{M_b - M_k}{M_k} \times 100\%$$

Keterangan :

M_k = massa sampel kering (kg)

M_b = massa sampel basah (kg)

Hasil pengujian porositas pada produk yang dibuat dapat dilihat pada tabel

4-1 :

Sampel	Jumlah	Massa Kering (Kg)	Massa Basah (Kg)	Porositas (%)	Nilai rata-rata
1	1	0,002	0,003	50	44,3
	2	0,003	0,004	33	
	3	0,002	0,003	50	
2	1	0,002	0,003	50	44,3
	2	0,002	0,003	50	
	3	0,003	0,004	33	
3	1	0,002	0,003	50	36,6
	2	0,003	0,004	33	
	3	0,003	0,004	33	

Tabel 4-1 Hasil produk yang dibuat
(29/09/2011)

Hasil pengujian porositas produk kasongan dapat dilihat pada tabel 4-2 :

Sampel	Jumlah	Massa Kering (Kg)	Massa Basah (Kg)	Porositas (%)	Nilai rata-rata
1	1	0,002	0,003	50	47,6
	2	0,003	0,005	60	
	3	0,003	0,004	33	
2	1	0,003	0,004	33	30,3
	2	0,003	0,004	33	
	3	0,004	0,005	25	
3	1	0,004	0,006	50	41,6
	2	0,004	0,005	25	
	3	0,004	0,006	50	

Tabel 4-2 Hasil produk kasongan
(29/09/2011)

Grafik perbandingan nilai porositas antara produk yang dibuat dengan produk kasongan dapat dilihat pada grafik 4-1



Grafik 4-1 Perbandingan Porositas
(12/10/2011)

Dari gambar grafik perbandingan porositas, diperoleh data dari nilai rata-rata :

1. Nilai porositas produk yang dibuat pada sampel 1 dan 2 mempunyai nilai yang sama sebesar 44,3 %, kemudian pada sampel 3 nilai porositas mengalami penurunan sebesar 36,6 %. Dari hasil analisa yang didapat, hal ini disebabkan oleh penggunaan ukuran butiran, tekanan *press* dan proses perlakuan panas pada saat *sintering* yang mengakibatkan terbentuknya pertumbuhan dan ikatan butiran yang mengurangi pori-pori pada badan produk.
2. Nilai porositas sampel 1 pada produk kasongan 47,6 %, kemudian pada sampel 2 mengalami penurunan 30,3 % dan pada sampel 3 mengalami kenaikan sebesar 41,6 %. Dari hasil analisa yang didapat penggunaan ukuran butiran yang tidak seragam, tekanan *press* yang tidak merata (manual) dan proses *sintering* yang tidak stabil temperaturnya yang mengakibatkan produk menjadi tinggi nilai porositasnya.

4.2.2 Pengujian Sifat Mekanis

4.2.2.1 Pengujian Kekerasan *Rockwell*

Untuk pengujian kekerasan *Rockwell*. Produk dipotong menjadi 9 bagian, sampel kemudian di-*mounting* dalam *resin* :

1. Pada bagian atas badan produk diambil menjadi 3 bagian.
2. Pada bagian samping badan produk diambil menjadi 3 bagian.
3. Pada posisi bagian tengah badan produk diambil menjadi 3 bagian.

Nilai kekerasan sampel produk yang dibuat pada pengujian *Rockwell* dapat dilihat pada tabel 4-3

Sampel Produk	Jumlah	Kekerasan Rockwell	Nilai rata-rata
1	1	20	20,3
	2	19	
	3	22	
2	1	21	20,3
	2	21	
	3	19	
3	1	21	22,6
	2	23	
	3	24	

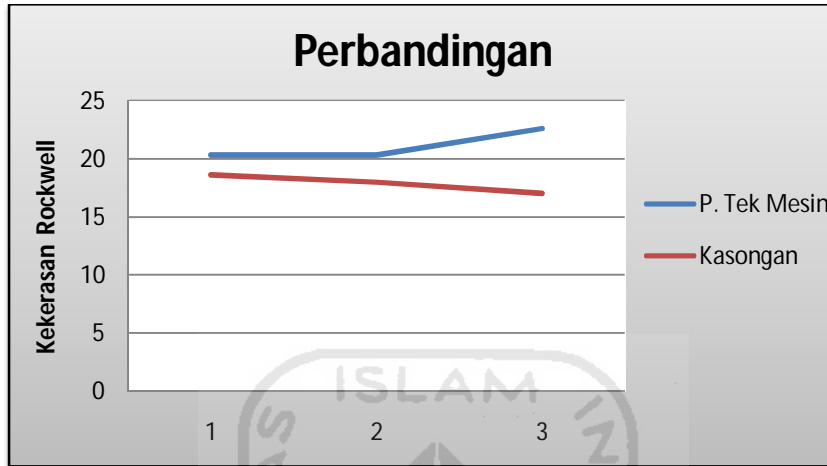
Tabel 4-3 Hasil produk yang dibuat
(29/09/2011)

Nilai kekerasan sampel produk kasongan pada pengujian *Rockwell* dapat dilihat pada tabel 4-3

Sampel Produk	Jumlah	Kekerasan Rockwell	Nilai rata-rata
1	1	18	18,6
	2	19	
	3	19	
2	1	19	18
	2	19	
	3	16	
3	1	19	17
	2	16	
	3	14	

Tabel 4-4 Hasil produk kasongan
(29/09/2011)

Perbandingan nilai kekerasan *Rockwell* antara produk yang dibuat dengan kasongan dapat dilihat pada grafik 4-2



Grafik 4-2 Nilai kekerasan *Rockwell*
(12/10/2011)

Dari gambar grafik perbandingan kekerasan *Rockwell* di atas, diperoleh data dari nilai rata-rata :

1. Nilai kekerasan *Rockwell* produk yang dibuat pada sampel 1 dan 2 sebesar 20,3 dan sampel 3 mengalami kenaikan sebesar 22,6.
2. Nilai kekerasan *Rockwell* produk kasongan pada sampel 1 sebesar 18,6. Pada sampel 2 mengalami penurunan 18 dan sampel 3 mengalami penurunan 17.

Dari analisa yang didapat hal ini dipengaruhi oleh nilai porositas pada kedua produk mengalami penurunan dan kenaikan nilai prositas yang mengakibatkan tingkat kekerasan pada produk menjadi meningkat.

4.2.2.2 Pengujian Bending

Hasil pengujian bending pada kedua produk yang dibuat dapat dilihat pada tabel 4-5 dan 4-6.

Sampel Produk	Jumlah	Force (kg)	Stress (kg/mm ²)	Rata-rata
1	1	1	0,01	0,016
	2	1	0,02	
	3	1	0,02	
2	1	1	0,01	0,016
	2	1	0,02	
	3	1	0,02	
3	1	2	0,03	0,05
	2	3	0,05	
	3	4	0,07	

Tabel 4-5 Hasil produk yang dibuat
(03/10/2011)

Sampel Produk	Jumlah	Force (kg)	Stress (kg/mm ²)	Rata-rata
1	1	0	0,00	0
	2	0	0,00	
	3	0	0,00	
2	1	0	0,00	0
	2	0	0,00	
	3	0	0,00	
3	1	0	0,00	0
	2	0	0,00	
	3	0	0,00	

Tabel 4-6 Produk yang dibuat
(03/10/2011)



Grafik 4-3 Produk kasongan
(12/10/2011)

Dari gambar grafik 4-3 perbandingan kuat bending, diperoleh data dari nilai rata-rata :

1. Nilai ketahanan bending produk yang dibuat pada sampel 1 dan 2 sebesar 0,016 (kg/mm²) dan pada sampel 3 mengalami peningkatan sebesar 0,05 (kg/mm²)
2. Nilai rata-rata ketahanan bending produk kasongan pada pada sampel 1,2 dan 3 dengan nilai 0 (kg/mm²).

Dari analisa pada produk yang dibuat. Hal ini dipengaruhi oleh pemakaian komposisi pada material dan penggunaan temperatur *sintering*, serta pengaruh nilai porositas dan nilai kekerasan yang membuat tingkat ketahanan pada produk menjadi meningkat.

4.3 Pembahasan dan Analisis

4.3.1 Analisis Proses Pencetakan Produk

Dari percobaan yang telah dilakukan, proses penekanan dengan menggunakan tangan (manual) dan penekanan dengan mesin *press* dapat disimpulkan.

4.3.1.1 Analisis Penekanan dengan Tangan (Manual)

Dari hasil analisis yang sudah dilakukan. Penekanan dengan manual (tangan) terjadi beberapa kegagalan yang disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya:

1. Produk menjadi tidak seragam (pipih) terutama pada profil-profil yang presisi akibat pengaruh tekanan yang tidak merata.
2. Pencetakan produk harus dilakukan berulang-ulang untuk mendapatkan hasil produk yang sesuai.



Gambar 4-10 Hasil Penekanan Manual (Tangan)
(11/06/2011)

4.3.1.2 Penekanan Menggunakan Mesin Press

Dari hasil analisis yang sudah dilakukan. Penekanan dengan mesin *press* terdapat beberapa kegagalan yang disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya:

1. Penggunaan tekanan 20 kg tanah liat keluar dari cetakan akibat tekanan terlalu besar.
2. Tekanan 5 kg, 10 kg masih terlalu kecil akibatnya tanah liat kurang terisi pada cetakan.

4.3.2 Analisis Proses Sintering

4.3.2.1 Hasil Analisis Proses Sintering dengan Tungku Listrik

Analisis hasil pembakaran dengan tungku listrik dapat disimpulkan dari beberapa hasil yang dilakukan, dalam proses *sintering* sering terjadi kegagalan pada produk, hal tersebut disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya:

1. Penggunaan temperatur suhu *sintering* harus sesuai.
2. Penataan produk pada ruangan *furnace*.
3. Temperatur suhu ruangan pada saat pengambilan produk dapat mempengaruhi terjadinya produk menjadi retak.
4. Lempengan besi (plat) pada lantai *furnace* dapat mempengaruhi keretakan produk akibat perlakuan panas.
5. Masalah pada *furnace* dan sumber daya listrik.

4.3.2.2 Hasil Analisis Proses *Sintering* dengan Tungku Tradisional

Analisis pembakaran (*sintering*) dengan menggunakan tungku bak terbuka (tradisional) dapat disimpulkan dari beberapa hasil yang dilakukan, dalam proses pembakaran secara tradisional sering terjadi kegagalan dan kerusakan pada produk. Hal tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya:

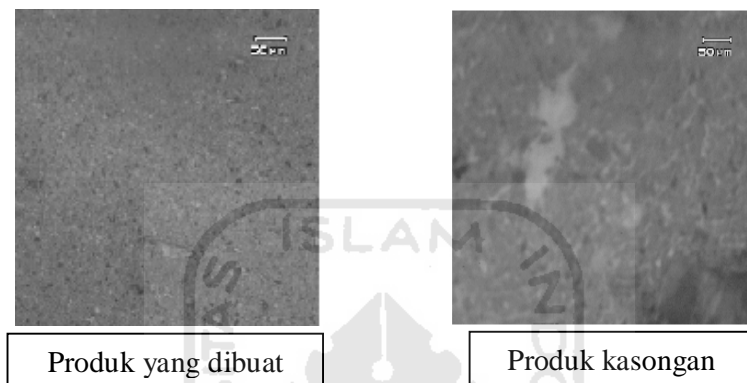
1. Penggunaan temperatur yang tidak diketahui menyebabkan produk menjadi kurang matang.
2. Penataan posisi pada produk saat proses *sintering* dapat mempengaruhi kondisi produk menjadi melengkung.
3. Produk yang masih basah dapat mengakibatkan produk pecah akibat perlakuan panas didalam *furnace*.
4. Produk menjadi rapuh akibat produk belum matang.
5. Bahan bakar kayu yang semakin sulit.



Gambar 4-11 Hasil Produk Hiasan Dinding
(27/06/2011)

4.3.6 Pengujian Struktur Makro

Dari hasil pengamatan melalui pengujian struktur makro pada produk yang dibuat dan produk dari kasongan menunjukkan butiran pada produk yang dibuat lebih padat dibandingkan produk dari kasongan, sehingga tingkat porositas produk yang dibuat lebih sedikit dari pada produk dari kasongan. Pada gambar 4-12 ditunjukkan melalui pengamatan struktur makro.



Gambar 4-12 Pengamatan struktur makro

(11/10/2011)

1. Tingkat perpadatan pada butiran pada produk yang dibuat lebih padat dari produk kasongan.
2. Tingkat pori pada produk kasongan lebih banyak dibandingkan produk yang dibuat.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil percobaan yang telah dilakukan. Proses pembakaran produk hiasan dinding dengan suhu temperatur *sintering* 800 °C dengan laju pemanasan 13,3 °C dan ditahan selama 1 jam. Temperatur ini baik digunakan untuk proses pembuatan produk hiasan dinding. Berdasarkan karakterisasi secara fisis dan mekanis. Hal ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Tingkat porositas pada produk berkurang akibat adanya pertumbuhan batas butir yang menutupi pori-pori pada badan produk.
2. Nilai kekerasan *Rockwell* meningkat seiring dengan nilai porositas pada produk berkurang.
3. Ketahanan bending produk meningkat akibat pengaruh dari nilai porositas produk yang sedikit dan nilai kekerasan produk meningkat.

5.2 Saran Penelitian

1. Fasilitas alat untuk pengujian material tidak menunjang yang ada di LAB sehingga menunda dalam proses pengerjaan.
2. Literatur buku atau jurnal untuk material diperpustakaan kurang lengkap dan jumlahnya terbatas serta tahun terbitan lama.

DAFTAR PUSTAKA

1. Smallman dkk, 1999. *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material*. Jakarta : Erlangga.
2. Smallman dkk, 2004. *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material*. Jakarta : Erlangga.
3. Surdia dkk, 1985. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta : Pradnya Pramita.
4. Daulay A.H, 2009. Penambahan Limbah *Oil Sludge* Pertamina Sebagai Bahan Baku Dalam Pembuatan Keramik Kontruksi. (Tesis). Medan : Universitas Sumatra Utara.
5. Anonim, 2004. *Panduan Praktikum Pengujian Bahan*. Yogyakarta: Laboratorium Pengujian Bahan ISTA AKPRIND.
6. Budiyanto dkk, 2004. *Kriya Keramik*. Yogyakarta : Departemen Pendidikan Nasional.
7. Sulistya dkk, 2007. Pengaruh Kalsium *Karbonat* ($CaCO_3$) pada Badan Keramik : Studi Perubahan Fase Mineral dan Karakter Produk. (penelitian). Yogyakarta : Pusat pengembangan dan Pemberdayaan pendidik dan tenaga kependidikan seni dan budaya.
8. Maryati, 2011. Karakterisasi komposisi keramik Proselin Alumina sebagai Bahan Isolator Listrik. Medan : Jurusan Fisika Uiversitas Negri Medan.
9. Anonim, 2010 : Sistem Informasi Pola Pembiayaan/Lending Model Usaha Kecil.[Bank20%Sentral20%Republik20%Indonesia20%.htm](#).(Diakses14/12/2010).
10. Anonim, 2011 : Alat Uji.*What-is-Hardness-Test-Uji-Kekerasan*. (Diakses 26/01/2011).

LAMPIRAN

1. Perhitungan Porositas Produk yang dibuat

1. Sampel 1

$$\begin{aligned}\text{Porositas} &= \frac{Mb - Mk}{Mk} \times 100\% \\ &= \frac{0,004 - 0,002}{0,002} \times 100\% \\ &= 100\%\end{aligned}$$

2. Sampel 2

$$= \frac{0,004 - 0,003}{0,003} \times 100\%$$

$$= 33\%$$

3. Sampel 3

$$= \frac{0,003 - 0,002}{0,002} \times 100\%$$

$$= 50\%$$

4. Sampel 4

$$= \frac{0,003 - 0,002}{0,002} \times 100\%$$

$$= 50\%$$

5. Sampel 5

$$= \frac{0,003 - 0,002}{0,002} \times 100\%$$

$$= 50\%$$

6. Sampel 6

$$= \frac{0,004 - 0,003}{0,003} \times 100\%$$

$$= 33\%$$

7. Sampel 7

$$= \frac{0,003 - 0,002}{0,002} \times 100\%$$

$$= 50 \%$$

8. Sampel 8

$$= \frac{0,004 - 0,003}{0,003} \times 100\%$$

$$= 33 \%$$

9. Sampel 9

$$= \frac{0,004 - 0,003}{0,003} \times 100\%$$

$$= 33 \%$$

2. Perhitungan Porositas Kasongan

1. Sampel 1

$$\text{Porositas} = \frac{Mb - Mk}{Mk} \times 100\%$$

$$= \frac{0,003 - 0,002}{0,002} \times 100\%$$

$$= 50 \%$$

2. Sampel 1

$$= \frac{0,005 - 0,003}{0,003} \times 100\%$$

$$= 60 \%$$

3. Sampel 3

$$= \frac{0,004 - 0,003}{0,003} \times 100\%$$

$$= 33 \%$$

4. Sampel 4

$$= \frac{0,004 - 0,003}{0,003} \times 100\%$$

$$= 33 \%$$

5. Sampel 5

$$= \frac{0,004 - 0,003}{0,003} \times 100\%$$

$$= 33 \%$$

6. Sampel 6

$$= \frac{0,004 - 0,003}{0,003} \times 100\%$$

$$= 33 \%$$

7. Sampel 7

$$= \frac{0,006 - 0,004}{0,004} \times 100\%$$

$$= 50 \%$$

8. Sampel 8

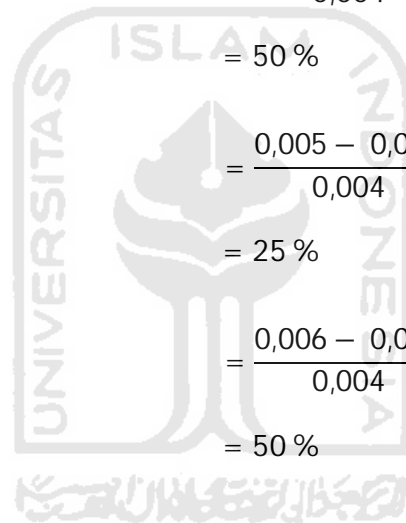
$$= \frac{0,005 - 0,004}{0,004} \times 100\%$$

$$= 25 \%$$

9. Sampel 9

$$= \frac{0,006 - 0,004}{0,004} \times 100\%$$

$$= 50 \%$$



3. Perhitungan Bending produk yang dibuat

1. Sampel 1

$$\sigma_f = \frac{3PL}{2bh^2}$$

$$= \frac{3 \times 1 \times 2}{2 \times 12^2}$$

$$= 0,02 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

2. Sampel 2

$$= \frac{3 \times 1 \times 2}{2 \times 12^2}$$

$$= 0,02 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

3. Sampel 3

$$\begin{aligned} &= \frac{3 \times 1 \times 2}{2 \times 12^2} \\ &= 0,02 \text{ (kg/mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

4. Sampel 3

$$\begin{aligned} &= \frac{3 \times 1 \times 2}{2 \times 12^2} \\ &= 0,02 \text{ (kg/mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

5. Sampel 3

$$\begin{aligned} &= \frac{3 \times 1 \times 2}{2 \times 12^2} \\ &= 0,02 \text{ (kg/mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

6. Sampel 3

$$\begin{aligned} &= \frac{3 \times 1 \times 2}{2 \times 12^2} \\ &= 0,02 \text{ (kg/mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

7. Sampel 3

$$\begin{aligned} &= \frac{3 \times 3 \times 2}{2 \times 12^2} \\ &= 0,06 \text{ (kg/mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

8. Sampel 3

$$\begin{aligned} &= \frac{3 \times 4 \times 2}{2 \times 12^2} \\ &= 0,08 \text{ (kg/mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

9. Sampel 3

$$\begin{aligned} &= \frac{3 \times 5 \times 2}{2 \times 12^2} \\ &= 0,1 \text{ (kg/mm}^2\text{)} \end{aligned}$$