

# **PENGARUH KOMPOSISI BAHAN PRODUK GERABAH TERHADAP SIFAT MEKANIS**

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



Disusun oleh:

Nama : Deli Sazali

No Mahasiswa : 05 525 032

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

2011

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING**

**PENGARUH KOMPOSISI BAHAN PRODUK GERABAH  
TERHADAP SIFAT MEKANIS**

**TUGAS AKHIR**



الإسلام جامعة

Yogyakarta, Oktober 2011

Pembimbing I,

Sigit Budi Hartono, ST. MT .

Pembimbing II,

Muhammad Ridwan, ST. MT .

## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

### PENGARUH KOMPOSISI BAHAN PRODUK GERABAH TERHADAP SIFAT MEKANIS

#### TUGAS AKHIR

Disusun oleh:

Nama : **Deli Sazali**

No Mahasiswa : **05 525 032**

Telah Dipertahankan Di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh 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 Muhammad SAW sebagai teladan dalam menapaki*  
*kehidupan.*

*Ayahanda Supardi & Ibunda Inam*  
*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.*

*Kak Dedy tersayang  
Makasih buat kasih sayang, bimbingan, bantuan dan  
dukungan. Semoga ALLAH SWT selalu memberikan rahmat  
dan ridho-Nya.  
Amin.*

*Keluarga besar dari Ayah dan Ibu  
Terima kasih untuk semua bantuan, do'a dan perhatiannya.  
Semoga ALLAH SWT membalas kalian dengan limpahkan  
rahmat dan karunia-Nya. Amin.*

*Seseorang yang ku cintai terimakasih untuk semua detik, menit,  
jam, hari, bulan dan tahun penuh arti yang berisikan  
perhatian, kesetiaan, do'a, pengorbanan, cinta, dan kasih  
sayang. Tanpamu aku hanya seorang manusia biasa, tapi  
karenamu hidupku menjadi lebih berarti, penuh warna dan  
makna. Kamu adalah dunia dan semangatku. Semoga apa yang  
kita cita-citakan dan rencanakan dapat terwujud dengan  
segera. Amin.*

*Mas Raji dan Bapak Jiono, terimakasih atas ilmu yang  
diberikan, Semoga ALLAH SWT selalu memberikan rahmat dan  
ridho-Nya, sukses dan lancar selalu pekerjaannya.  
Amin.*

*Teman TA seperjuanganku, Firman Heryana, Muhammad Rifai, Sulistianto Sulaiman, Roni Eko Prasetyo, Pungka, Rafik Septiawan, Bambang Iswahyudi dan yang lainnya. Terima kasih selama ini telah banyak membantu, berbagi, dan menolongku dalam berbagai hal. Semoga kalian cepet selesai kuliahnya dan bisa membanggakan orang tua dan keluarga.*

*Amin.*

*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 Komposisi Bahan Produk Gerabah Terhadap Sifat Fisis dan mekanis”. 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 Supardi & Ibunda Inam, Kak Dedy, dan keluarga untuk semua do'a dan dukungannya.
2. Bapak Ir. Gumbolo HS., 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., 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. 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.
7. Mas Raji, Mas Adi, Bapak Jiono, yang telah membantu saya dalam menjalankan Tugas Akhir ini.
8. Teman-teman bimbingan tugas akhir Bapak Sigit Budi Hartono. ST.,MT dan Bapak Muhammad Ridlwan, ST., MT.
9. Teman-teman angkatan 2005 Jurusan Teknik Mesin dan semua mahasiswa Jurusan Teknik Mesin untuk dukungan dan bantuannya, “solidarity forever”.

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**

*Gerabah kasongan masih banyak dijumpai produk-produk dengan kualitas yang kurang maksimal, dilihat dari kekerasan dan kekuatan patahnya, sehingga produk dari kasongan masih sering dijumpai kerusakan pada saat tahap packing atau penjualan, hal ini menjadi suatu kekurangan dari produk gerabah tersebut, sehingga dalam penelitian ini dilakukan pengujian bahan untuk mengetahui unsur senyawa yang terkandung dari setiap bahan yang digunakan, kemudian dilakukan proses pengayakan bahan selama 20 menit untuk memperoleh besar butir 80 mesh, sehingga pada saat proses mixing bahan akan lebih homogen, proses mixing menggunakan tiga perbandingan antara lain 1:1:1, 1:1:1/2 dan 1:1/2:1/2 untuk setiap bahan campuran. Dalam proses sintering menggunakan temperatur 800° C selama dua jam dengan penahanan satu jam. Pengujian sampel produk untuk mengetahui sifat mekanis dari produk, pengujian mekanis menggunakan pengujian kekerasan dan kekuatan patah, campuran komposisi 1:1:1 lebih baik yang disebabkan oleh besar butir 80 mesh yang homogenitas dari setiap bahan campuran, sehingga pada saat sintering terjadi proses difusi yang lebih baik.*

**Kata kunci** : Tanah Merah, Tanah Kuning, Pasir

## DAFTAR ISI

PENGARUH KOMPOSISI BAHAN PRODUK GERABAH TERHADAP SIFAT MEKANIS .....	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
PENGARUH KOMPOSISI BAHAN PRODUK GERABAH TERHADAP SIFAT MEKANIS .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI .....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iv
HALAMAN MOTTO .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
ABSTRAKSI .....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
BAB 1 .....	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 .....	2
BAB II.....	4
LANDASANTEORI.....	4
2.1 Keramik.....	4
2.1.1 Keramik Klasik (Tradisional) .....	4
2,1.1 Keramik Modern .....	5

2.2 Fungsi Keramik .....	5
2.3 Bahan Keramik.....	6
2.3.1 Bahan Plastis .....	6
2.3.2 Bahan Non Plastis .....	8
2.4 Lempung .....	8
2.5 Impuriti Dalam Lempung.....	8
2.6 Pasir.....	9
2.7 Komposisi PadaTanah.....	9
2.8 Pencampuran ( <i>mixing</i> ) .....	10
2.8.1 Pencampuran Sistem Garis .....	10
2.8.2 Pencampuran Sistem Segitiga .....	14
2.9 Proses Pengeringan .....	13
2.10 Proses Pembakaran (Sintering) .....	14
2.11 Uji Kekerasan.....	14
2.11.1 Uji Kekerasan <i>Brimll</i> .....	14
2.11.2 Uji Kekerasan <i>Rockwell</i> .....	15
2.11.3 Uji Kekerasan <i>Vickers</i> .....	15
2.12 Uji Bending ( <i>Bending Test</i> ) .....	18
2.12.1 Transversal <i>Bending</i> .....	15
2.12.2 Longitudinal <i>Bending</i> .....	20
2.12.3 <i>Three Point Bending</i> .....	20
2.12.4 <i>Four Point Bending</i> .....	21
<b>BAB III</b> .....	<b>21</b>
<b>METODE PENELITIAN</b> .....	<b>21</b>
3.1 Tahap-Tahap Penelitian.....	21
3.2 Alat dan Bahan .....	22
3.2.1 Alat .....	22
3.2.2 Bahan.....	23

3.3	Prosedur Penelitian .....	25
3.3.1	Proses Pengolahan Bahan .....	25
3.3.2	Pengeringan.....	25
3.3.3	Penghalusan dan Pengayakan .....	27
3.3.4	Pembakaran .....	28
3.3.5	Kekuatan Patah ( <i>Bending Strenght</i> ).....	28
3.3.6	Kekerasan ( <i>Rockwell Hardness</i> ).....	29
3.4	Sifat mekanis.....	29
	BAB IV .....	31
	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1	Analisis Bahan Baku .....	31
4.1.1	Senyawa Silika ( $\text{SiO}_2$ ).....	32
4.1.2	Senyawa Aluminium Oksida ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) .....	32
4.1.3	Senyawa $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .....	32
4.2	Pencampuran ( <i>Mixing</i> ) dan Penyaringan .....	33
4.3	Proses Kompaksi ( <i>Compaction</i> ).....	34
4.4	Proses Pembuatan Benda Uji .....	35
4.5	Kekutan Patah ( <i>Bending Strenght</i> ).....	36
4.6	Kekerasan ( <i>Rockwell Hardness</i> ).....	37
4.7	Hasil Pengujian .....	39
	BABV .....	41
	PENUTUP.....	41
5.1	Kesimpulan .....	41
5.2	Saran.....	41
	DAFTAR PUSTAKA .....	42

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pencampuran tanah Hat sistim segitiga.....	11
Gambar 2. 2 Proses pengujian kekerasan <i>Brinell</i> .....	15
Gambar 2. 3 Proses pengujian kekerasan <i>Rockwell</i> .....	17
Gambar 2. 4 Alat pengujian kekerasan dan indentor piramida intan.....	18
Gambar 2. 5 <i>Face Bend</i> .....	19
Gambar 2. 6 <i>Root Bend</i> .....	19
Gambar 2. 7 Pengujian <i>three point Bending</i> .....	21
Gambar 2. 8 Pengujian <i>four point Bending</i> .....	22
Gambar 3. 1 Diagram alir .....	23
Gambar 3. 2 Mesin <i>Sieve Shaker</i> .....	24
Gambar 3. 3 Mesin <i>Furnace 1500</i> .....	25
Gambar 3. 4 Mesin <i>Rockwell</i> .....	25
Gambar 3. 5 Mesin <i>Bending</i> .....	26
Gambar 3. 6 Sampel pengujian <i>Rockwell</i> .....	27
Gambar 3. 7 Sampel pengujian <i>Bending</i> .....	28
Gambar 4. 1 Pasir 80 <i>mesh</i> .....	33
Gambar 4. 2 Tanah merah 80 <i>mesh</i> .....	33
Gambar 4. 3 Tanah kuning 80 <i>mesh</i> .....	34
Gambar 4. 4 <i>Single action pressing</i> .....	34
Gambar 4. 5 Sampel pengujian <i>Rockwell</i> .....	35
Gambar 4. 6 Sampel pengujian <i>Bending</i> .....	35

Gambar 4.7 Grafik <i>Bending</i> .....	37
Gambar 4.8 Grafik <i>Rockwell</i> .....	39

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Pencampuran tanah liat sistem garis .....	11
Tabel 2. 2 Pencampuran tanah liat yang dikembangkan.....	12
Tabel 4. 1 Hasil Analisis AAS terhadap terhadap sampel bahan.....	31
Tabel 4. 2 Pengujian <i>Bending</i> .....	36
Tabel 4. 3 Pengujian <i>Rockwell</i> .....	38



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Potensi industri keramik di Indonesia baik keramik tradisional maupun keramik maju (*advance ceramics*) sangat besar. Hal ini bisa terlihat dari besarnya bahan mineral keramik maupun bahan yang berpotensi menjadi bahan murni (untuk keramik maju) yang ada di Indonesia. Bahan mineral keramik yang ada dalam jumlah yang melimpah di Indonesia meliputi lempung lokal, kaolin, feldspar, kuarsa, *ballclay* dan lain-lain, untuk produk keramik tradisional, lempung dan kaolin bisa dikatakan sebagai bahan utama seperti pada produk gerabah.

Proses pembuatan gerabah Kasongan merupakan suatu perjalanan berantai yang melewati beberapa fase atau tahapan demi tahapan sesuai dengan ketentuan yang telah diwarisi. Tahapan-tahapan tersebut antara lain, penentuan bahan baku, sistem pengolahan termasuk di dalamnya pembentukan, pembakaran, dekorasi dan penyelesaian (*finising*). Pola penggarapan kerajinan keramik adalah suatu mata rantai terjadinya produk kerajinan tersebut, mulai timbulnya inisiatif sebagai tanggung jawab kegiatan hingga pemasaran. Tanah liat adalah bahan utama untuk pembuatan keramik atau gerabah, bahan ini cukup banyak dijumpai di berbagai wilayah Indonesia. Tanah liat yang terbentuk dari kristal-kristal kecil, dan mineral-mineral koalinit dan bila dicampur dengan air mempunyai sifat plastis (liat), mudah dibentuk. Dilihat dari sudut ilmu kimia, tanah liat termasuk dalam hidrosilikat alumina yang murni, dengan perbandingan berat unsur-unsurnya 47% oksida silika ( $\text{SiO}_2$ ), 39% oksida alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) dan 14% oksida air ( $\text{H}_2\text{O}$ ).

Gerabah kasongan masih banyak dijumpai produk-produk dengan kualitas yang kurang maksimal, dilihat dari kekerasan dan kekuatan patahnya, sehingga produk dari kasongan masih sering dijumpai kerusakan pada saat tahap *packing* atau penjualan, hal ini menjadi suatu kekurangan dari produk gerabah tersebut.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Bagaimana cara pencampuran bahan produk gerabah, bagaimana metode yang tepat dalam pembuatan produk gerabah, dan bagaimana menghasilkan produk yang sesuai dengan hasil yang diharapkan.

## **1.3 Batasan Masalah**

Pembatasan masalah dalam tugas akhir ini agar ruang lingkup pembahasan menjadi jelas dan tidak meluas ke hal-hal yang tidak diinginkan. Batasan masalah dalam tugas akhir ini meliputi pemilihan bahan produk yang akan digunakan tanah merah, tanah kuning dan pasir dengan besar butir *80 mesh*, penelitian difokuskan pada pembuatan produk gerabah, dan melakukan pengujian mekanis menggunakan pengujian kekerasan (*Rockwell*) dan pengujian kekutan patah (*Bending*).

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Dapat membuat produk keramik yang berkualitas dari kekuatan patah dan kekerasannya, dengan cara memvariasi komposisi, dan dapat mengetahui kandungan yang terdapat pada masing-masing antara tanah merah, tanah kuning, dan pasir.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Menghasilkan produk gerabah yang lebih keras, sehingga kerusakan pada saat *packing* atau penjualan dapat dihindari. Di samping itu juga dapat memperbaiki kualitas produk gerabah kasongan.

## **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 lima 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, 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

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Keramik**

Kata keramik berasal dari bahasa Yunani “*Keramos*” yang secara sederhana dapat diartikan segala benda-benda tersebut dasar tanah liat yang telah mengalami pembakaran. Bahan dasar keramik adalah tanah liat, proses pembuatannya memakan waktu lama, kemudian antara tahap pengerjaan satu dengan lainnya saling berkaitan dan akan menentukan hasil akhirnya. Proses pembuatan keramik secara sederhana ; pengolahan bahan dasar, pembentukan, pengeringan atau pembakaran, pengglasiran, pembakaran, hasil jadi. faktor kemampuan penguasaan teknis sangat dibutuhkan untuk menentukan kualitas keramik yang diciptakan (Mustofa, 2000).

Keramik adalah produk yang berasal dari tanah liat dengan berbagai komposisi. Tanah liat dicampur dengan pasir, kaolin, sejenisnya. Campuran bahan-bahan tersebut setelah dibentuk dengan tangan atau dicetak, lalu dikeringkan, dilapisi glasir dan dibakar dalam tungku suhu pembakarannya berkisar dari 700 °C sampai 1300 °C (Keramik, Ensiklopedi Nasional Indonesia, 1989).

Dari beberapa uraian di atas dapat dikatakan keramik adalah suatu bahan yang terbuat dari tanah liat atau batuan silika yang melalui proses begitu panjang dan melalui pembakaran dari 700 °C sampai 1300 °C (Keramik, Ensiklopedi Nasional Indonesia, 1989).

Seiring dengan perkembangan zaman yang semakin maju dan semakin berkembang, dari berbagai macam campuran bahan keramik tidak menutup kemungkinan bukan hanya pada periuk (belanga) saja melainkan sudah berkembang pada alat-alat kendaraan bermotor, alat pesawat terbang dan alat elektronik.

##### **2.1.1 Keramik Klasik (Tradisional)**

Keramik tradisional adalah produk atau material berbahan dasar lempung. Keramik tradisional dikarakterisasi oleh mikrostrukturnya yang porous dan

berbasis silikat (*silicate-based ceramics*), kasar, tidak seragam dan multifase. (Barsoum, 1997). Keramik tradisional umumnya tersusun dari campuran lempung, kemudian dibentuk dengan berbagai cara, dibakar hingga matang, dan terakhir diberi lapisan glasir (McColm, 1983). Contoh produk keramik tradisional adalah batu bata, ubin, gerabah (*pottery*), *tableware*, patung, benda saniter, dan porselen untuk listrik, semen, barang *abrasive*, dan refraktori merupakan golongan yang penting dalam keramik tradisional.

### **2.1.2 Keramik modern**

Pada perkembangan berikutnya, 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. Keramik jenis ini dikarakterisasi oleh mikrostrukturnya yang bagus, homogen, sangat murni dibanding pada keramik tradisional. Arah pengembangan keramik ini adalah tiga kelompok teknologi modern saat ini: *aerospace*, otomotif, dan elektronika. Proses pembuatannya harus dijaga pada kondisi tertentu dan dikontrol sangat ketat. Keramik modern tersebar luas pada berbagai aplikasi misalnya biokeramik, superkonduktor, katalis, refraktori, optik, dan lain-lain (Reed, 1988). Keramik modern dapat dipandang sebagai kelompok besar *advance material*, yang dapat dibagi menjadi keramik, logam, polimer, komposit, dan material elektronik.

## **2.2 Fungsi Keramik**

Fungsi keramik yaitu sebagai benda pakai, benda hias dan benda bebas *ekspresif*. Benda pakai maksudnya benda yang digunakan manusia dalam kehidupan sehari-hari seperti kebutuhan alat rumah tangga. Fungsi dari benda hias maksudnya benda keramik tersebut hanya dipergunakan untuk hiasan, biasanya ditempatkan dalam ruangan, baik di dinding maupun dilantai dengan maksud dapat memberikan kesan keindahan dalam ruangan (*Interior*) maupun diluar ruangan (*Esterior*) (Mustofa, 2000).

## 2.3 Bahan Keramik

Keramik adalah bahan padat anorganik yang bukan logam. Barang yang terbuat keramik seperti: keramik cina, gelas, semen, refraktori (bahan tahan api), sejak dahulu telah dipergunakan dalam kehidupan manusia sehari-hari. Bahan keramik adalah bahan dasar penyusutan kerak bumi, yaitu:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{NaO}$  dan seterusnya, yang banyak tersedia dialam.  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$  masing-masing dapat dipakai sebagai bahan keramik tersendiri, sedangkan banyak bahan lainya yang terdiri dari bahan silikat tunggal atau campuran dari berbagai silikat. Bahan baku dari keramik cina dan proselen adalah tanah liat yaitu kaloin, serisit, dan silikat yaitu kuarsa, *felspar*, yang diaduk di cetak dan dibakar sehingga menjadi produk. Selama pembakaran bahan-bahan tersebut bereaksi satu sama lain. Silikat agak berbeda, dari bahan baku dibentuk mulit ( $3\text{Al}_2\text{O}_3, 2\text{SiO}_2$ ) dan gelas, sehingga dapat dibuat produk yang sifat-sifatnya berbeda dengan bahan bakunya.

Di masa lalu keramik dibuat dari bahan baku alam. Terbatasnya kemampuan pengendalian komposisi kimia dan struktur mikronya, maka sifat asli keramik dalam banyak kasus biasanya tidak nampak jelas. Produk tersebut dinamakan keramik halus atau keramik baru, yang memiliki sifat-sifat khas fungsional dan elektromagnetik, mekanik, optik, termal, biokimia dan sifat lainya. Keramik ini banyak dipakai diberbagai bidang termasuk penggunaan diruang angkasa, elektronik, industri mekanik. (*Tata dan Shinroku. 1999*)

### 2.3.1 Bahan Plastis

#### a. Kaolin

Kaolin adalah tanah liat yang mengandung mineral untuk sebagian besar ialah tanah liat primer, tanah liat primer terdiri dari batuan kasar, sifatnya rapuh dan tidak plastis jika dibandingkan dengan tanah sedimenter, karena itu sulit untuk dibentuk. Warna dari kaolin adalah putih, karena kandungan besi yang paling rendah, karena jenis kaolin tidaklah sangat plastis.

Penyusutan dan kekuatan keringnya pun lebih rendah dan sangat tahan api, maka tanah ini tidak dapat dipakai begitu saja untuk membuat barang keramik melainkan harus dicampur dengan bahan yang lain yaitu *ball clay*, *ball clay*

gunanya untuk mengurangi ketahanan apiannya dan *ball clay* untuk menambah keplastisan.

b. *Ball Clay*

*Ball clay* adalah tanah liat yang sangat plastis untuk keramik. Tanah liat yang sangat halus dan plastis. Dilihat dari sifat butirannya sangat halus, sangat plastis, kuat kering tinggi, susut kering dan bakarnya sangat tinggi, unsur besinya lebih tinggi karena warna bakarnya abu-abu muda dan warna mentahnya abu-abu atau kehitaman karena banyak mengandung karbon.

c. *Earthenware Clay* (Tanah Benda Gerabah)

Tanah liat yang biasa dipakai untuk membuat bata-bata bangunan (bata merah), periuk, belanga dan sejenis gerabah kasar lainnya. Sifatnya beraneka ragam, ada yang plastis, ada yang kurang plastis dikarenakan banyak mengandung butiran kasar. Warna bakar kekuningan, coklat merah sampai kehitaman, tergantung oksida besi yang terkandung. Warna mentahnya merah, coklat, mendekati keabu-abuan.

d. *Stoneware Clay* (Tanah Benda Batu)

*Stoneware Clay* adalah bahan keramik yang tidak termasuk gerabah karena *stoneware clay* sudah rapat dan juga tidak termasuk barang porselin, tanah liat ini termasuk tanah sedimen yang mengandung *felspar* dan tercampur dengan tanah plastis, sifat pengeringannya baik, kadar besi oksida agak tinggi, karena warna bakar abu-abu, *creme*, coklat. Warna mentah abu-abu kekuning-kuningan. *Stoneware clay* ini banyak dipakai dalam badan *stoneware* untuk barang-barang tahan asam dalam pabrik-pabrik kimia, dan keramik-keramik seni.

Bahan dasar yang dipergunakan dalam pembuatan keramik di PPPG Kesenian adalah tanah Pacitan, tanah Godean, tanah Sukabumi, tanah Singkawang, tanah Tanggerang dengan campuran antara lain *Kaolin*, *Kwarsa*, *Ball Clay* dan *Whiting*.

### 2.3.2 Bahan Non-Plastis

#### a. Kwarsa (*silica*)

*Kwarsa (silica)* merupakan salah satu bahan yang penting dalam semua bahan-bahan keramik baik untuk mase maupun untuk gelasir yaitu sebagai pembentuk gelas. Bahan ini tersedia dari pasir *silica*, yang mengandung 99,5 % *silica*, sisanya terdiri dari *calcium carbonate (chorm)* . *Kwarsa* adalah suatu bentuk lain dari batuan *silica* yang 100 % murni. *Kwarsa (silica)* biasanya bergabung dengan oksida-oksida lain yang disebut *silicates*.

#### b. Whiting (Kapur)

Batu kapur dipakai dalam keramik halus biasanya digunakan dalam campuran untuk glasir, kapur mempunyai efek keras, juga memperbesar perlawanannya terhadap asam.

## 2.4 Lempung

Ciri utama keramik tradisional adalah berbahan dasar lempung. Lempung merupakan pembentuk badan keramik yang mempunyai sifat penting yaitu keplastisan (midi, 1999). Campuran mineral-mineral yang kompleks, tetapi senyawa utama pembentuknya adalah  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ , dan air. Pada penyelidikan dengan *atomic force microcopy* ditemukan adanya permukaan *silanol* dan *hidroksid* pada partikel kaolin (Carty dan Senapati, 1998). Lempung merupakan produk alam, yaitu hasil pelapukan kulit bumi yang sebagian besar terdiri dari batuan *feldspatik*, berupa batuan granit dan batuan beku. Pelapukan dapat terjadi karena adanya tenaga endogen (panas bumi; gempa bumi) maupun eksogen (air, angin, gletser dan tumbuhan). Hasil pelapukan tersebut terbentuk partikel-partikel halus dan sebagian besar dipindahkan oleh tenaga air, angin dan gletser ke suatu tempat yang lebih rendah dan jauh dari batuan induk, sedangkan sebagian lagi tetap tinggal di lokasi batuan induk berada (Nelson, 1984;Astuti, 1997).

## 2.5 Impuriti dalam lempung

Senyawa utama dalam lempung adalah  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$  yang dikenal sebagai kaolinit. Kaolinit murni bersifat kurang plastis, bewarna putih, dan mempunyai titik leleh yang tinggi. jarang ditemukan lempung dalam keadaan



murni (Astuti, 1997). Ada dua jenis penyebab impuriti: organik dan anorganik. Impuriti *organic* dapat berupa sisa-sisa tumbuhan maupun zat hidup lain. Jenis impuriti ini akan hilang pada pembakaran suhu tinggi. Impuriti anorganik dapat berupa unsur-unsur logam maupun alkali misalnya Na, K, Mg, Ca, Fe, Ti dan lain-lain. Unsur-unsur alkali maupun logam menjadikan suatu titik eutektik yang baru suhu matang keramik menjadi lebih rendah. Unsur-unsur ini juga menaikkan kekuatan badan keramik (Chan dan Ko 1998; Bhattacharyya, dkk, 2005).

## 2.6 Pasir

Pasir adalah sebuah bahan tambahan untuk campuran tanah liat agar tanah liat menjadi kuat terhindar dari kerusakan selama pengeringan dan pembakaran. Selain dari pada itu, pasir dapat mengurangi penyusutan lempung yang terjadi saat pengeringan. Para pengrajin keramik tradisional, biasanya mengambil pasir dari sungai atau kali yang kemudian disaring sampai halus. Pasir yang dipergunakan untuk campuran glasir dinamakan pasir kuana ( $\text{SiO}_2$ ) (Yumarta, dkk. 1986).

## 2.7 Komposisi Pada Tanah

Tanah adalah suatu agregat butir-butir mineral yang terbentuk dari bahan-bahan organik (tumbuh-tumbuhan) dan non organik. Proses terbentuknya tanah merupakan proses sedimentasi (pengendapan) partikel-partikel hasil pelapukan batu baik secara alamiah, mekanis dan kimiawi. (Christadi, K. 1943).

Tanah merupakan komposisi dari dua atau tiga fase tanah yang berbeda:

- a. Tanah yang benar-benar kering, terdiri dari dua fase yaitu partikel padat dan udara. pori-pori terisi sepenuhnya oleh udara.
- b. Tanah yang jenuh sempurna, terdiri dari dua fase yaitu partikel padat dan air.
- c. Tanah jenuh sebagian (basah), terdiri dari tiga fase yaitu partikel padat, udara dan air.

Klasifikasi tanah di dasarkan atas 2 bagian :

- a. Berdasarkan sifat-sifat yang dimiliki tanah :
  - Sifat fisik tanah (ukuran butiran, bentuk dan warna)
  - Sifat mekanik tanah (kadar air, berat volume, angkapori)
  - Sifat kimiawi tanah (kadar kapur, besi, mangaan, seng)

- b. Kandungan mineralogi pada tanah :
- Tanah organik (tanah gambut (*peat soils*)).
  - Tanah non-organik (aktivitas vulkanologi).

## **2.8 Pencampuran (*mixing*)**

Pemilihan atau pembuatan formula (campuran) badan tanah liat merupakan langkah awal pengujian tanah liat yang perlu dilakukan. Untuk bahan pengujian sebaiknya disediakan beberapa macam tanah liat yang diambil dari beberapa lokasi, keuntungannya adalah beberapa macam campuran (formula tanah) liat dapat dibuat. Dari hasil uji akan didapat beberapa formula terbaik untuk dipakai sebagai bahan utama produksi. Hal yang penting untuk diketahui bahwa tidak semua tanah liat mempunyai sifat fisik maupun kimia yang sempurna. Sistem pencampuran bahan tanah liat untuk pengujian dapat dilakukan dengan pencampuran sistem garis (*line blend*) dengan dua macam bahan tanah liat alam dan pencampuran sistem segitiga (*triaxial blend*) yang menggunakan tiga macam tanah liat yang berbeda sumbernya. (Gatot dkk, 2008)

### **2.8.1 Pencampuran sistem garis**

Tanah liat A memiliki plastisitas yang baik sehingga mudah dibentuk, tetapi susut kering dan susut bakar terlalu besar sehingga banyak menimbulkan masalah, sebaliknya tanah liat B plastisitasnya sangat rendah tetapi susut kering dan susut bakar kecil sehingga tidak mudah dibentuk. Untuk mendapatkan bahan tanah liat yang memenuhi persyaratan kedua jenis tanah liat tersebut digabungkan melalui pencampuran sistem garis (*line blend*) dengan membuat beberapa formula dan setelah melalui beberapa macam pengujian akan diperoleh beberapa formula campuran yang memenuhi syarat untuk pembuatan benda keramik.

**Tabel 2-1** Pencampuran tanah liat sistem garis

Jenis Tanah Liat	I	II	III	IV	V
Tanah Liat A	100	75	50	25	0
Tanah Liat B	0	25	50	75	100

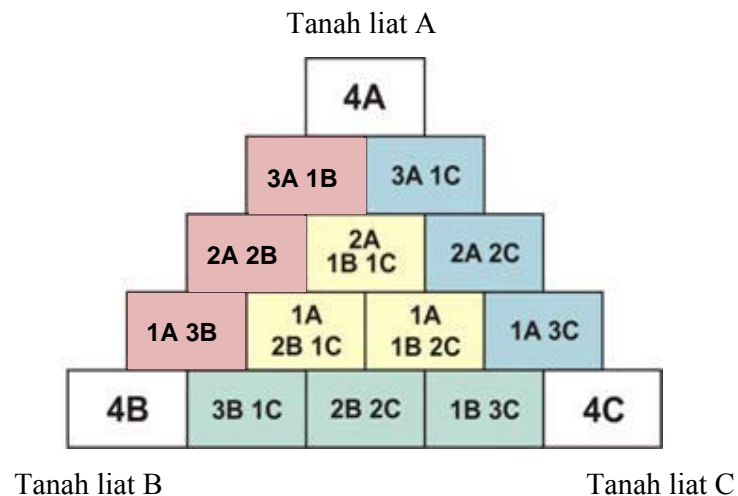
(Budyanto dkk, 2008)

Pada tabel 2-1 terdapat lima formula (campuran), namun hanya ada tiga formula yang menggunakan dua jenis tanah liat A dan tanah liat B, yaitu :

- formula II terdiri 75% tanah liat A dan 25% tanah liat B
- formula III terdiri 50% tanah liat A dan 50% tanah liat B
- formula IV terdiri 25% tanah liat A dan 75% tanah liat B

### 2.8.2 Pencampuran sistem segitiga

Pencampuran dengan sistem segitiga (*triaxial blend*) seperti gambar 2-1 menggunakan tiga jenis tanah liat A, B, dan C.

**Gambar 2-1** Pencampuran tanah liat sistem segitiga

(Budyanto dkk, 2008)

Dari gambar 2-1 terdapat lima belas campuran, namun dari formula (campuran) tersebut hanya terdapat tiga formula yang menggunakan ketiga bahan tanah liat. Tiga campuran tersebut adalah

- formula 5 (2A 1B 1C) yang terdiri dari 50% tanah liat A, 25% tanah liat B, dan 25% tanah liat C.
- formula 8 (1A 2B 1C) yang terdiri dari 25% tanah liat A, 50% tanah liat B, dan 25% tanah liat C.
- formula 9 (1A 1C 2C) yang terdiri dari 25% tanah liat A, 25% tanah liat B, dan 50% tanah liat C.

Jika campuran tersebut dilanjutkan maka akan terdapat banyak sekali formula yang dapat diperoleh untuk bahan pengujian. Kedua metode tersebut dapat membuat formula campuran selain antara tanah liat sekunder dengan tanah liat sekunder, bisa juga dibuat campuran antara tanah liat sekunder dengan tanah liat sekunder dengan tanah liat primer atau dengan mineral lain,

A (tanah liat), B (*feldspar*) dan C (*kuarsa*). Formula tanah liat juga dapat dikembangkan dengan sistem campuran seperti tabel 2-2 yang menggunakan lima macam bahan yang berbeda-beda.

**Tabel 2-2** Pencampuran tanah liat yang dikembangkan

No	Bahan/Material	F1	F2	F3	F4	F5
1	Tanah liat	30	45	50	60	75
2	<i>Ball clay</i>	30	25	20	15	-
3	Kaolin	20	15	20	20	15
4	Kwarsa	10	10	10	-	-
5	Pasir	10	5	-	5	10
Jumlah		100	100	100	100	100

(Budyanto dkk, 2008)

Keterangan:

- Isi kolom bahan dengan bahan yang akan digunakan dalam pengujian.
- F1-F5 adalah kode untuk formula tanah liat yang dibuat (banyak kode disesuaikan dengan formula tanah liat yang akan dibuat)
- Jumlah setiap formula harus 100%.

Proses pengujian tanah liat dapat dilakukan dengan beberapa jenis tanah liat seperti:

- a. Tanah liat sekunder yaitu tanah liat tunggal (*single clay*), yang merupakan tanah liat *earthenware* atau *stoneware*.
- b. Campuran dari dua atau lebih tanah liat sekunder yaitu tanah liat *earthenware* atau *stoneware*.
- c. Campuran tanah liat sekunder dengan tanah liat primer dari mineral terolah.
- d. Campuran beberapa tanah liat primer dari mineral terolah.

## **2.9 Proses Pengeringan**

Benda keramik yang telah selesai dibentuk, maka tahap selanjutnya adalah proses pengeringan. Proses pengeringan ini adalah untuk menghilangkan air plastis yang terikat pada produk keramik. Tiga proses penting pada saat pengeringan produk keramik.

- a. Air pada lapisan antar partikel lempung mendifusi ke permukaan, menguap, sampai akhirnya partikel-partikel saling bersentuhan dan penyusutan berhenti.
- b. Air dalam pori hilang tanpa terjadi susut.
- c. Air yang terserap pada permukaan partikel hilang. Tahap-tahap ini menerangkan mengapa harus dilakukan proses pengeringan secara lambat untuk menghindari retak (*cracking*) terlebih pada tahap 1 (Norton, 1975/1976).

Proses yang terlalu cepat akan mengakibatkan keretakan dikarenakan hilangnya air secara tiba-tiba tanpa diimbangi penataan partikel tanah liat secara sempurna, yang mengakibatkan penyusutan mendadak. Untuk menghindari pengeringan yang terlalu cepat, pada tahap awal benda keramik diangin-anginkan pada suhu kamar. Setelah tidak terjadi penyusutan, pengeringan dengan sinar matahari langsung atau mesin pengering dapat dilakukan.

### 2.10 Pembakaran (*sintering*)

Pembakaran merupakan salah satu tahapan yang sangat penting pada pembuatan barang keramik. Barang yang dibentuk belum dapat digolongkan kedalam produk keramik apabila belum melalui proses pembakaran. Hal ini sesuai dengan definisinya keramik adalah barang yang berstruktur kristal, non kristal, atau campuran, dari mineral nonlogam melalui suhu tinggi. (Wanto, 1994)

Istilah pembakaran pada keramik, sebenarnya kurang tepat, yang tepat adalah pemanasan sampai suhu tinggi. Pembakarannya sendiri terjadi pada bahan bakar, yang menghasilkan panas untuk keperluan pemanasan, namun secara umum istilah tersebut telah dipakai dikalangan industri keramik, dengan anggapan bahwa pemanasan barang dan pembakaran bahan bakar merupakan satu kesatuan .

Pemanasan pada pembuatan barang keramik adalah untuk merubah sifat-sifat keramik menjadi barang yang memenuhi keperluan penggunaannya. Proses pembakaran terhadap bahan keramik terjadi perubahan fisika maupun kimia. Proses sebelumnya yaitu pencampuran, pembentukan dan pengeringan hanya merupakan perubahan fisika, sifat fisik dan mekanik yang berubah karena pembakaran antara lain, kuat tekan, kuat lentur, kekerasan, kepadatan (porositas) dan sebagainya.

Pembakaran pada industri keramik selalu diadakan penyempurnaan untuk tujuan meningkatkan efisiensi pembakaran dan mengatur pencapaian suhu akhir.

Untuk proses pembakaran keramik perlu diperhatikan :

- a. Produk yang dihasilkan memiliki mutu yang sesuai dengan keperluannya.
- b. Biaya pembakaran merupakan komponen biaya yang cukup tinggi, sehingga perlu diusahakan sehemat mungkin.
- c. Pembakaran merupakan tahap terakhir, maka apabila terjadi kegagalan berarti biaya pada proses-proses sebelumnya terbuang sia-sia.

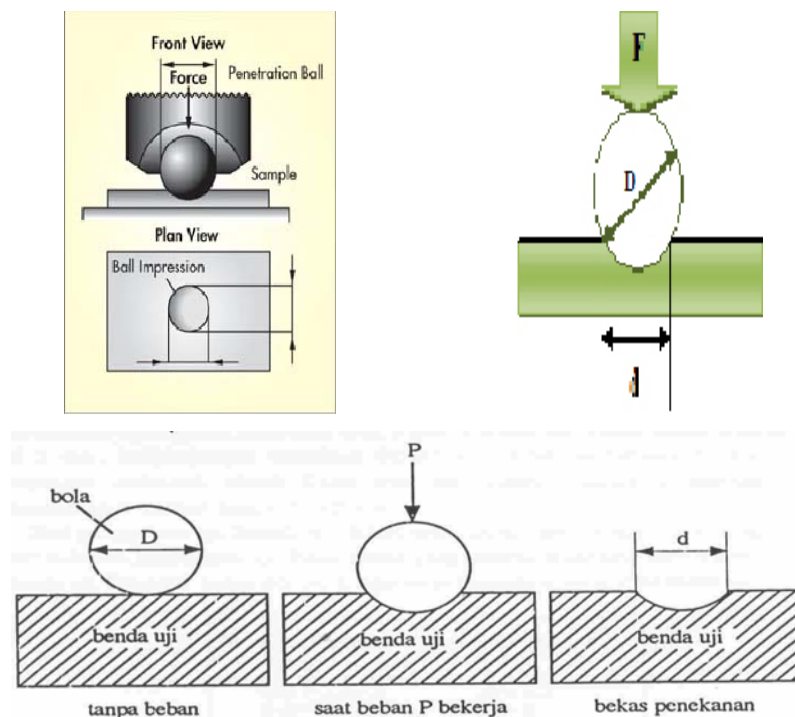
### 2.11 Uji Kekerasan

Kekerasan suatu bahan adalah ketahanan daya benam dari bahan lain yang lebih keras. Pengujian kekerasan adalah untuk mengetahui kekerasan 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*).

### 2.11.1 Uji kekerasan *Brinell*

Pengujian kekerasan dengan metode *Brinell* bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material terhadap bola baja (indenter) yang ditekan pada permukaan material uji tersebut (spesimen). Pengujian *Brinell* diperuntukan untuk material yang memiliki permukaan yang kasar dengan uji kekuatan berkisar 500-3000 kgf (Astuti, 1997). Indenter (Bola baja) telah dikeraskan dan diplating ataupun terbuat dari bahan Karbida *Tungsten*. (<http://www.alatuji.comuji-kekerasan.htm>)



**Gambar 2-2** Proses pengujian kekerasan *Brinell*

([www.alatuji.com](http://www.alatuji.com)) 28-6-2011

Persamaan kekerasan *Brinell* : (Panduan pengujian bahan)

$$BHN = \frac{2F}{\left(\frac{\pi}{2}\right) D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad (2.1)$$

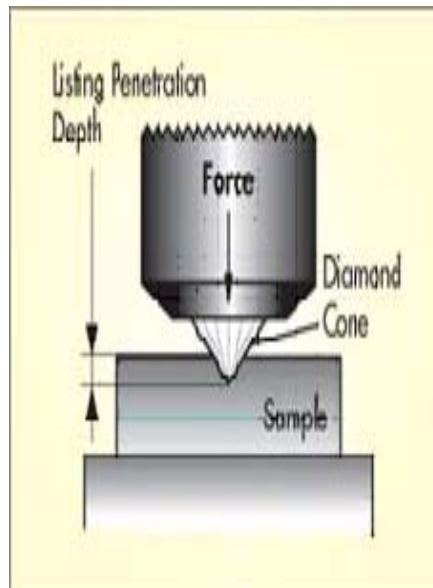
Keterangan :

- BHN = menunjukkan kekerasan dalam (kg/mm<sup>2</sup>)
- F = adalah beban dalam (kgf),
- D = diameter bola dalam (mm),
- d = diameter lekukan dalam (mm).

### 2.11.2 Uji kekerasan *Rockwell*

Uji ini menggunakan kedalaman lekukan yang pada beban yang konstan sebagai ukuran kekerasan. Pertama diterapkan beban kecil sebesar 10 kg untuk menempatkan benda uji, hal ini akan memperkecil jumlah preparasi permukaan yang dibutuhkan dan juga memperkecil kecendrungan untuk terjadi penumbukan ke atas atau penurunan yang disebabkan oleh penumbuk. 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.





**Gambar 2-3** Proses pengujian kekerasan *Rockwell*

([www.alatuji.com](http://www.alatuji.com)) 28-6-2011

Kelebihan dari pengujian metode *Rockwell*, yaitu :

1. Dapat digunakan untuk bahan yang sangat keras.
2. Dapat dipakai untuk batu gerinda sampai plastik.
3. Cocok untuk semua material yang keras dan lunak.

Kekurangan dari pengujian metode *Rockwell*, yaitu :

1. Tingkat ketelitian rendah.
2. Tidak stabil apabila terkena guncangan.
3. Penekanan bebannya tidak praktis.

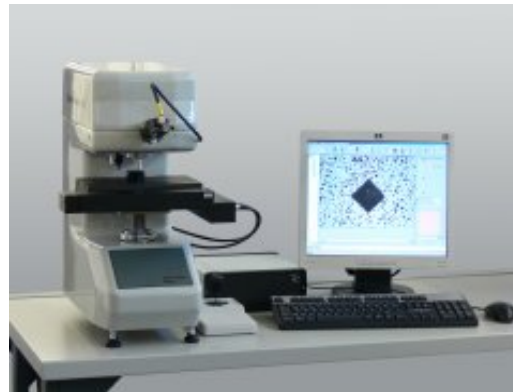
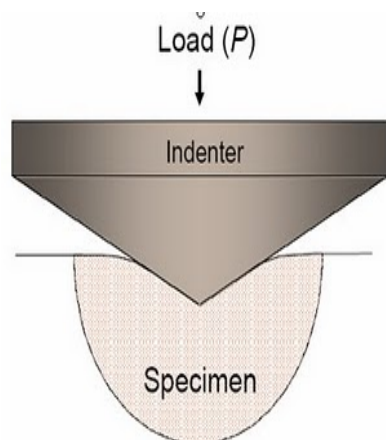
### **2.11.3 Uji kekerasan *Vickers***

Uji ini menggunakan penumbuk piramida intan. Besarnya sudut antara permukaan-permukaan piramid yang saling berhadapan adalah  $136^\circ$ . Angka kekerasan piramida intan (DPH) atau angka kekerasan *Vickers* (VHN).

$$VHN = \frac{1,845 \cdot P}{L^2} \quad (2.2)$$

Keterangan :

- VHN = angka kekerasan *Vickers* dalam (kg/mm<sup>2</sup>),  
 P = beban yang diterapkan dalam (kg),  
 L = panjang diagonal rata-rata (mm),  
 θ = sudut permukaan intan yang berlawanan 136°



**Gambar 2-4** Alat pengujian kekerasan dan indenter piramida intan.

(www.alatuji.com) 28-6-2011

Beban yang sering digunakan dalam pengujian *Vickers* berkisar antara 1 sampai 120 kg. Uji kekerasan *Vickers* memerlukan persiapan permukaan benda uji yang hati-hati,.

### 2.12 Uji bending (*bending test*)

Uji lengkung (*bending test*) merupakan salah satu bentuk pengujian untuk menentukan kekuatan patah suatu material. Berdasarkan posisi pengambilan spesimen. Dalam pemberian beban dan penentuan dimensi mandrel ada beberapa faktor yang harus diperhatikan, yaitu :

1. Kekuatan tarik (*Tensile Strength*)
2. Komposisi kimia dan struktur mikro.
3. Tegangan luluh

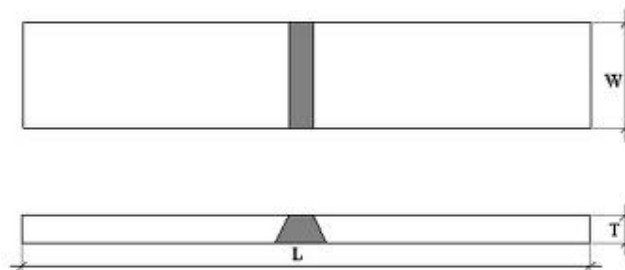
Uji bending dibedakan menjadi dua yaitu *transversal bending* dan *longitudinal bending*.

### 2.12.1 Transversal Bending

Pada *transversal bending* ini, pengambilan spesimen tegak lurus. Berdasarkan arah pembebanan dan lokasi pengamatan, pengujian *transversal bending* dibagi menjadi tiga :

a. *Face Bend* ( *Bending* pada permukaan benda uji )

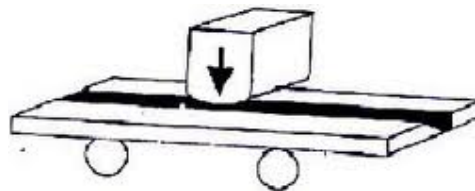
Dikatakan *face bend* jika *bending* dilakukan mengalami tegangan tarik, tegangan tekan. Pengamatan dilakukan pada permukaan benda uji yang mengalami tegangan tarik.



**Gambar 2-5** *Face Bend* ([www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com))29-9-2011

b. *Root Bend* ( *Bending* pada benda uji )

Dikatakan *root bend* jika *bending* dilakukan sehingga benda uji mengalami tegangan tarik dan benda uji mengalami tegangan tekan. Pengamatan dilakukan pada benda uji yang mengalami tegangan tarik.



**Gambar 2-6** *Root Bend*

([www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com))29-9-2011

c. *Side Bend* ( *Bending* pada bagian sisi benda uji )

Dikatakan *side bend* jika bending dilakukan pada sisi benda uji. Pengujian ini dilakukan jika ketebalan benda uji lebih besar dari 3/8 inchi (Senapati, 1998). Pengamatan dilakukan pada sisi benda uji tersebut.

### 2.12.2 Longitudinal Bending

Pada *longitudinal bending* ini, pengambilan spesimen searah dengan arah benda uji berdasarkan arah pembebanan dan lokasi pengamatan, pengujian *longitudinal bending* dibagi menjadi dua :

a. *Face Bend* ( *Bending* pada permukaan )

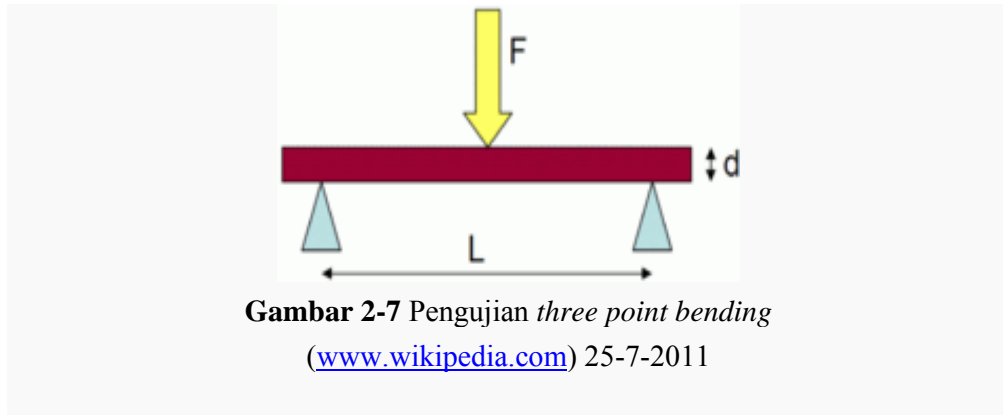
Dikatakan *face bend* jika bending dilakukan sehingga permukaan benda uji mengalami tegangan tarik dan benda uji mengalami tegangan tekan. Pengamatan dilakukan pada permukaan benda uji yang mengalami tegangan tarik.

b. *Root Bend* ( *Bending* pada benda uji )

Dikatakan *root bend* jika bending dilakukan sehingga benda uji mengalami tegangan tarik dan benda uji mengalami tegangan tekan. Pengamatan dilakukan pada benda uji yang mengalami tegangan tarik. (<http://shipcorner.blogspot.com.ujibendingtest.html>) 25-8-2011 .

### 2.12.3 Three point bending

Tes lentur memantau perilaku material dalam bentuk balok sederhana, atau tes balok melintang. Spesimen yang didukung sebagai balok sederhana, dengan beban tekan yang diterapkan pada titik tengah, dan *stress* serat maksimum dan regangan dihitung. Titik tiga langkah tes lentur, modulus pecah, kekuatan luluh, modulus elastisitas lentur, *stress* lentur, regangan lentur, stress respon regangan bahan lentur. Kekuatan lentur merupakan *stress* tertinggi dialami dalam materi pada saat yang pecah.



**Gambar 2-7** Pengujian *three point bending*  
([www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)) 25-7-2011

Untuk sampel persegi panjang pada gambar 2-5 beban dalam *set-up* tiga titik lentur.

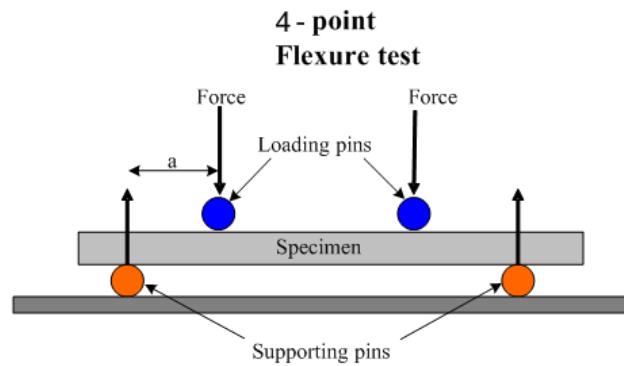
$$\sigma = \frac{3FL}{2bd^2} \quad (2.3)$$

Keterangan :

- $\sigma$  = *Stress* dalam serat terluar pada titik tengah (MPa),
- $F$  = adalah beban gaya pada titik fraktur (N),
- $L$  = adalah panjang rentang dukungan (mm),
- $b$  = adalah lebar (mm),
- $d$  = adalah ketebalan (mm).

#### 2.12.4 *Four point bending*

Kekuatan lentur juga dikenal sebagai modulus *rupture*, kekuatan tekuk, atau kekuatan *fracture*, parameter mekanik untuk material getas, didefinisikan sebagai kemampuan bahan untuk menahan deformasi bawah beban. Uji tekuk melintang paling sering digunakan, spesimen batang memiliki baik melingkar atau persegi panjang penampang dibengkokkan sampai patah. Kekuatan lentur merupakan *stress* tertinggi dialami dalam materi pada saat yang pecah.



**Gambar 2-8** Pengujian *Four Point Bending*

([www.substech.com](http://www.substech.com)) 25-7-2011

Dilakukan dengan menggunakan spesimen berbentuk balok 50x4x3 mm.

$$M = \frac{1}{2} (S_1 - S_2) \times \frac{F_{fail}}{2}$$

$$I = \frac{1}{12} BW^3$$

$$\sigma = \frac{My}{I} = \frac{3(S_1 - S_2) F_{fail}}{2BW^2} \quad (2.4)$$

Keterangan :

$F_{fail}$  = beban pada saat spesimen patah (N)

$S_1$  = jarak *roller* bawah (mm)

$S_2$  = jarak *roller* atas (mm)

$y$  =  $\frac{W}{2}$  (mm)

$B$  = lebar spesimen (mm)

$W$  = tinggi spesimen (mm)

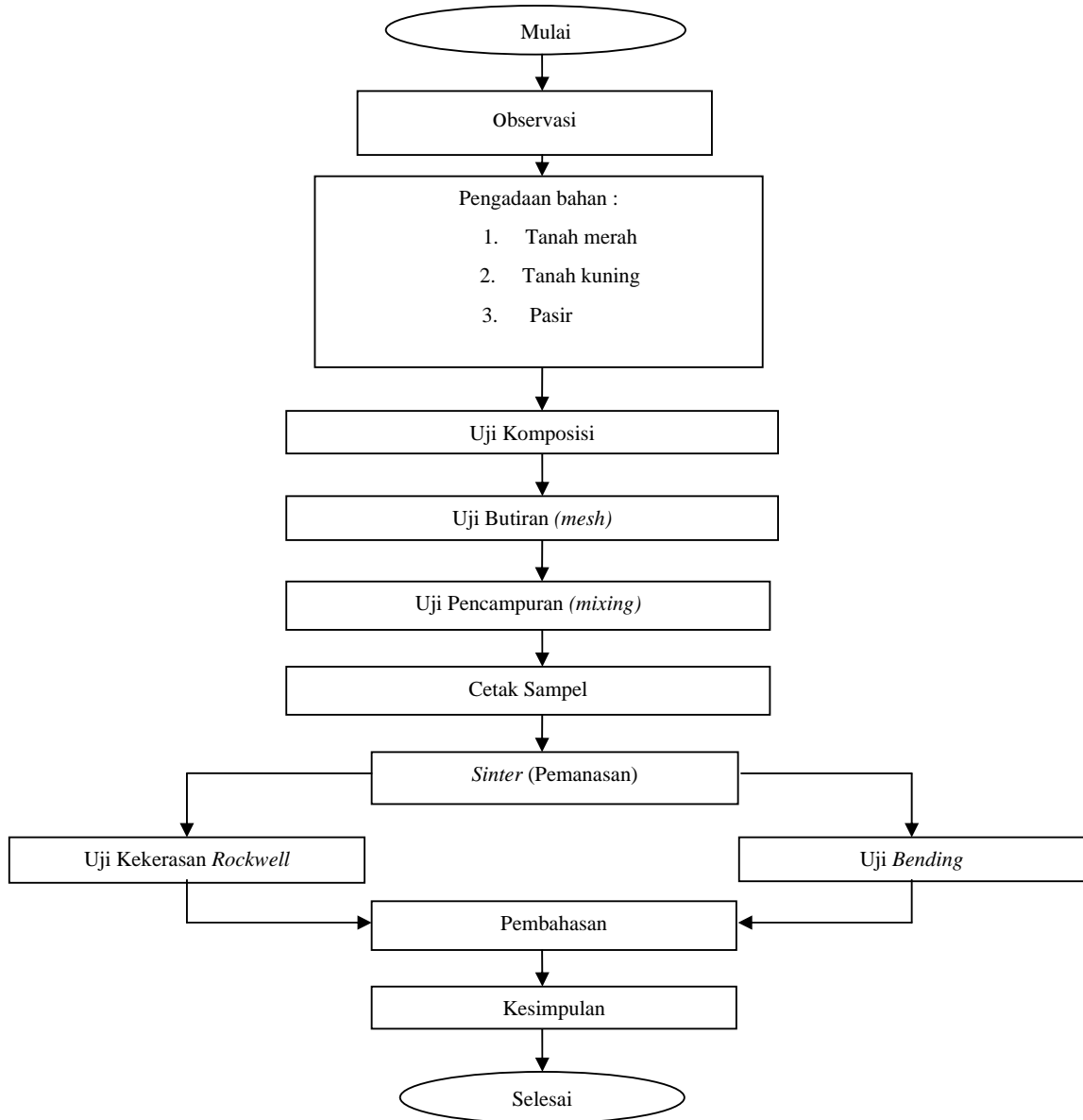
$M$  = momen inersia (mm)

$\sigma_{mor}$  = *modulus of rupture* (MPa)

**BAB III**  
**METODOLOGI PENELITIAN**

**3.1 Tahap-Tahap Penelitian**

Tahapan–tahapan dalam proses perencanaan pembuatan gerabah dapat dilihat pada diagram alir di bawah ini :



**Gambar 3-1** Diagram Alir

### 3.2 Alat dan Bahan

#### 3.2.1 Alat

Peralatan yang digunakan untuk penelitian ini adalah :

a. Mesin *Sieve Shaker*

Adalah mesin pengayak untuk pemisahan secara mekanik berdasarkan perbedaan ukuran partikel dalam skala laboratorium.



**Gambar 3-2** Mesin *Sieve Shaker*

- AG-515 *SIEVE SHAKER*
- 220 V-AC, 1/ 4 HP, 200 Watt, *Steel base, Cast aluminium pulley, 8inch sieve diameter, 8 pcs sieve capacity. Supplied without lid and receiver (Pan Cover).*
- Dimensi (l x w x h) 50 x 50 x 100 cm
- Berat kotor : 55 kg



b. Mesin *Furnace* 1500



**Gambar 3-3** Mesin *Furnace* 1500

- Suhu 200 ° C hingga 1100 ° C
- Ukuran luar tinggi 27 cm, lebar 28 cm, panjang 33 cm
- Ukuran dalam tinggi 13 cm, lebar 13 cm, panjang 25 cm

c. Mesin pengujian *Rockwell*



**Gambar 3-4** Mesin *Rockwell*

- Uji beban 60, 100 & 150 kgf untuk tes di Rockwell A, B, C skala
- Beban eksternal seleksi hanya dengan panggilan
- Kapasitas dimensi dalam 133 mm ketinggian 230 mm

d. Mesin pengujian *Bending*



**Gambar 3-5** Mesin *Bending*

- *Maximum bending torque* 6 Kgf m (60 N.m)
- *Test speed* 3000 r/min
- *Diameter of specimen* 12, 17 mm
- *Max. length of specimen* 226 mm
- *Counter Capacity* 1 x 10<sup>7</sup>
- *Motor power* 0.75 KW, 380V, 50Hz, 3 phases
- *Overall dimensions* 1170 x 500 x 1220

e. Timbangan digital.

f. Gelas ukur.

g. Mesin *press* pencetak sampel.

### 3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah merah, tanah kuning, dan pasir dengan ukuran butiran 80 *mesh*, sedangkan sebagai *binder* digunakan air.

### 3.3 Prosedur Penelitian

#### 3.3.1 Proses Pengolahan bahan

Proses pengolahan bahan sampel merupakan suatu perjalanan berantai yang melewati beberapa fase atau tahapan demi tahapan sesuai dengan ketentuan yang telah diwarisi. Tahapan-tahapan tersebut antara lain, penentuan bahan baku, sistem pengolahan termasuk didalamnya pembentukan, pembakaran, dan penyelesaian (*finising*).

Tahap pendahuluan adalah menyiapkan sejumlah bahan baku untuk beberapa pengujian yaitu uji *Rockwell*, *Bending*. Komposisi bahan baku dirancang dengan metode campuran garis (*line blend*). Dalam penelitian ini terdapat empat macam komposisi yang berbeda, masing-masing komposisi ditambahkan air sampai tercapai kondisi plastis, benda uji untuk *Rockwell* berbentuk silinder dengan ukuran  $d = 15$  mm dan  $t = 5$  mm, menggunakan standar JIS Z 2251. untuk pengujian *Bending* benda uji berbentuk balok dengan ukuran  $50 \times 4 \times 3$  menggunakan standar JIS R 1601.



**Gambar 3-6** Sampel pengujian *Rockwell*



**Gambar 3-7** Sampel pengujian *Bending*

Komposisi perbandingan dibuat dengan metode yang sama. Benda uji yang telah dibuat dikeringkan pada suhu kamar. Pembakaran menggunakan suhu 800 °C untuk komposisi yang akan dibandingkan dengan komposisi gerabah kasongan.

### **3.3.2 Pengeringan**

Bahan baku yang digunakan terlebih dahulu dikeringkan dengan cara dijemur selama 7-8 jam.

### **3.3.3 Penghalusan dan Pengayakan**

Bahan yang telah dikeringkan dimasukkan ke dalam mesin pengayak untuk dihaluskan, sehingga memperoleh ukuran yang lebih kecil dan seragam digunakan ayakan 80 *mesh*.

### **3.3.4 Pembakaran**

Proses pembakaran bahan bertujuan untuk memadatkan butiran sehingga butiran yang akan dihasilkan padat dan kuat. Pembakaran dilakukan dengan menggunakan tungku listrik suhu tinggi dengan suhu pembakaran 800° C.

### 3.3.5 Kekuatan Patah (*Bending Strength*)

Pengujian kekuatan patah (*Bending Strength*) dilakukan dengan menggunakan alat *testing machine*. Prosedur pengujian mengacu pada standar JIS R 1601 dan besarnya kekuatan patah dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.3). Prosedur pengujian kekuatan patah adalah sebagai berikut :

- a. Dimensi sampel (lebar  $b$  dan tinggi  $d$ , serta jarak antara kedua titik tumpu  $L$ ) diukur dengan menggunakan jangka sorong.
- b. Tempatkan sampel pada kedudukan  $\pm 1$  cm dari bagian penekan, kemudian set penunjuk gaya yang akan diberikan ( $P$ ) pada posisi tepat angka nol.
- c. Atur posisi *return speed* ke arah preset dan tekan tombol *power* ke posisi *ON* hingga lampu *power* nyala.
- d. Arahkan tombol *direction* ke posisi bawah maka secara otomatis bagian penekan akan bergerak maju hingga benda uji patah. Catat besarnya gaya pada puncak beban  $P$  yang terbaca pada manometer tersebut.

### 3.3.6 Kekerasan (*Rockwell Hardness*)

Pengukuran kekerasan (*Rockwell Hardness*) dari sampel keramik dilakukan dengan menggunakan alat *Rockwell Hardness tester*. Prosedur pengukuran kekerasan (*Rockwell Hardness*) dari material keramik dilakukan sebagai berikut :

- a. Haluskan permukaan uji yang akan diamati.
- b. Letakkan benda uji pada dudukannya dan pastikan sudah benar-benar stabil.
- c. Tekan tombol *power* maka lampu *power* nyala dan set besarnya beban yang akan diberikan ( $P$ ) berikut waktu identifikasinya (5 detik).
- d. Tekan tombol indenter maka penekan akan bekerja secara otomatis, catatlah data yang diperoleh.

## 3.4 Sifat Mekanis

Gerabah termasuk material yang kuat, dan keras dan juga tahan korosi, sifat-sifat ini bersama dengan kerapatan yang rendah dan juga titik lelehnya yang tinggi, membuat gerabah merupakan material struktural yang menarik. Keterbatasan utama gerabah adalah kerapuhannya, yakni kecenderungan untuk patah tiba-tiba dengan deformasi plastik yang sedikit. Ini merupakan masalah

khusus bila bahan ini digunakan untuk aplikasi struktural. Partikel-partikelnya tidak mudah bergeser, sehingga mudah putus bila gaya yang terlalu besar diterapkan.

Rapuh terjadi bila pembentukan keretakan yang cepat. Dalam padatan kristalin, retakan tumbuh melalui butiran sepanjang keretakannya. Permukaan tempat putus yang dihasilkan mungkin memiliki tekstur yang penuh butiran atau kasar. Kekuatan tekan penting untuk gerabah yang digunakan untuk struktur seperti bangunan.

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Analisis Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam proses ini berasal dari Bangun Jiwo (tanah merah), Imogiri (tanah kuning), Kasongan (pasir). Analisis bahan baku dilakukan untuk mengetahui karakter kimia, fisika, dan mineralogi pada bahan baku yang digunakan. Analisa dilakukan dengan cara bahan baku dipanaskan sampai 80° C selama 4 jam hingga kering, kemudian bahan baku diayak sampai berukuran 150 *mesh*. Uji komposisi dilakukan dengan *reagen* kimia dan diencerkan untuk mengetahui *PPM* (part per million mg per liter) larutan, dan dianalisa menggunakan AAS. Hasil analisa AAS akan memunculkan senyawa-senyawa oksida yang terkandung dalam bahan baku tersebut.

Hasil analisis AAS terhadap sampel tanah merah, tanah kuning, pasir terdapat pada tabel 4-1

**Tabel 4-1** Hasil analisis AAS terhadap sampel tanah merah, tanah kuning, pasir.

HASIL ANALISIS KIMIA (Dalam satuan % berat)			
Unsur	Pasir	Tanah merah	Tanah Kuning
SiO <sub>2</sub>	49,55	40,28	40,99
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,58	24,96	24,29
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,37	13,88	11,89
CaO	4,95	0,49	0,62
MgO	2,71	0,11	0,31
Na <sub>2</sub> O	1,98	0,23	0,43
K <sub>2</sub> O	0,95	0,05	0,39
MnO	0,22	0,25	0,30
TiO <sub>2</sub>	0,98	0,84	0,72
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,36	0,14	0,14
H <sub>2</sub> O	2,61	3,86	6,48
HD	5,64	14,86	13,28

Yogyakarta, 20 Desember 2010

Keterangan : satuan dinyatakan dalam persen (%)

Dari hasil analisis menunjukkan senyawa terbesar adalah  $\text{SiO}_2$  (silika) diikuti oleh  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (alumina). Ini ciri khas mineral lempung.  $\text{SiO}_2$  yang terkandung dapat berupa silika bebas, maupun silika terikat pada lempung ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ). Sedangkan senyawa-senyawa lain berada dalam jumlah yang kecil. Jumlah impuriti yang kecil ini menunjukkan bahwa sampel bahan baku ini merupakan lempung yang murni.

#### **4.1.1 Senyawa Silika ( $\text{SiO}_2$ )**

Dari hasil analisis pada tabel 4-1 persentase yang paling banyak adalah  $\text{SiO}_2$ .  $\text{SiO}_2$  banyak digunakan sebagai bahan industri seperti keramik, sebagai bahan organik yang bukan logam.  $\text{SiO}_2$  sebagai komponen utama, untuk memperkuat kekuatan mekanik dan meningkatkan ketahanan terhadap reaksi kimia.

#### **4.1.2 Senyawa Aluminium Oksida ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )**

Aluminium Oksida dikenal juga sebagai Alumina, senyawa ini kadang berada di alam dalam bentuk batuan, seperti safir dan rubi, yang akibat pengotor menghasilkan berbagai warna. Ikatan antar atom Alumina adalah ikatan gabungan antara ikatan ionik dan kovalen yang sangat kuat, karena ikatan antar atomnya sangat kuat sehingga alumina mempunyai titik leleh yang tinggi.

#### **4.1.3 Senyawa $\text{Fe}_2\text{O}_3$**

$\text{Fe}_2\text{O}_3$  adalah sumber utama untuk besi, sehingga senyawa ini berguna sebagai magnetik pada gerabah.

### **4.2 Pencampuran (*Mixing*) dan penyaringan**

Proses pencampuran dilakukan antara serbuk satu dengan serbuk lainnya atau antara serbuk dengan pelumas atau pengikat (*binder*) untuk mendapatkan suatu campuran yang homogen, proses pencampuran ini dilakukan selama 20 menit. Bila ditinjau dari proses pergerakan dan perpindahan posisi serbuk yang dicampur, mekanisme yang terlibat dalam proses ini adalah difusi, konveksi dan geser. Mekanisme difusi terjadi saat masing-masing partikel bergerak menjadi suatu kumpulan serbuk. Perpindahan kumpulan serbuk ini dari suatu lokasi ke lokasi lain di dalam media pencampuran dinamakan dengan mekanisme konveksi, sedangkan



mekanisme geser terjadi akibat pergerakan serbuk yang terus menerus pada bidang geser.

Penyaringan dilakukan untuk memperoleh besar butir, ukuran besar butir yang digunakan dalam penelitian ini 80 *mesh*. Prinsipnya, sampel serbuk diayak pada saringan kawat (*mesh*) yang menyatakan besar kecilnya ukuran lobang *mesh* yang berbeda-beda, makin besar angka *mesh* makin kecil dimensi serbuk yang terukur dalam mikron.



**Gambar 4-1** Pasir 80 *mesh*



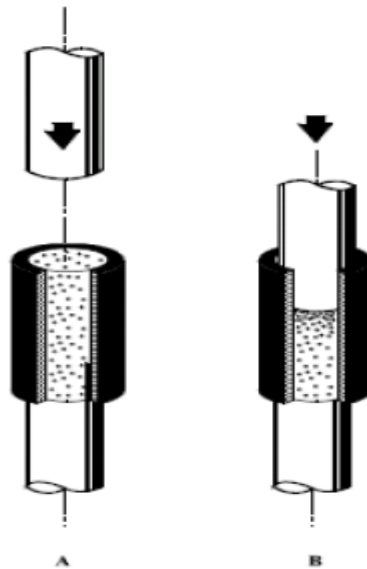
**Gambar 4-2** Tanah merah 80 *mesh*



**Gambar 4-3** Tanah kuning 80 mesh

#### 4.3 Proses kompaksi (*compaction*)

Proses kompaksi dilakukan untuk mengkonsolidasikan serbuk menjadi yang diinginkan, kompaksi dilakukan dengan proses *press* tekanan 50 KN. Proses *press* menggunakan *single action pressing*.



**Gambar 4-4** *Single action pressing*

Mekanisme yang terjadi saat kompaksi :

Tahap I adalah *restacing* atau *packing* posisi partikel menjadi lebih rapat mengisi rongga antar partikel yang ada.

Tahap II adalah terjadinya deformasi elastis dan plastis pada partikel. Deformasi plastis mulanya terjadi pada bidang kontak antar partikel, selanjutnya

aliran plastis akan menyebar ke seluruh bagian partikel.

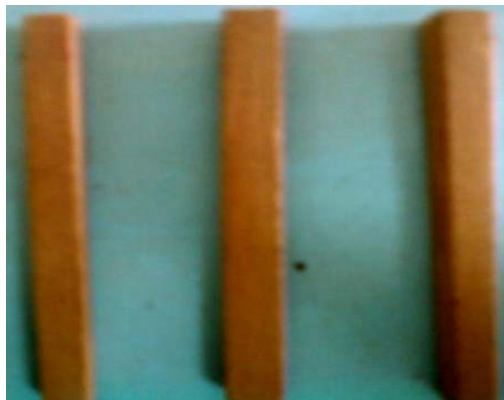
Tahap III adalah partikel yang mengalami *fracture* atau pecah dan membentuk kepingan atau pecahan serbuk yang lebih halus.

#### 4.4 Proses pembuatan benda uji

Pada saat proses pembuatan sampel uji dilakukan secara berulang-ulang, walaupun masih terdapat banyak kekurangan tetapi dapat menghasilkan sampel uji yang maksimal, dengan menggunakan bahan tanah merah, tanah kuning dan pasir, sampel uji untuk pengujian kekerasan dibuat berbentuk selinder dengan ukuran  $d = 15 \text{ mm}$  dan  $t = 5 \text{ mm}$ . Pengujian *bending* benda uji berbentuk balok dengan ukuran  $50 \times 4 \times 3 \text{ mm}$ . dalam pembuatan sampel uji ini, sampel dibuat sebanyak tiga sampel uji dari setiap masing-masing komposisi.



**Gambar 4-5** Sampel pengujian *Rockwell*



**Gambar 4-6** Sampel pengujian *Bending*

#### 4.5 Kekuatan Patah (*Bending Strength*)

Dari hasil pengukuran patah (*Bending Strength*) untuk sampel satu komposisi 1 : 1 : 1 (tanah merah, tanah kuning, pasir) yang diperoleh dapat terlihat bahwa semakin sama perbandingan campuran yang digunakan maka akan semakin besar pula nilai *bending strength* yang diperoleh ini dapat dilihat pada gambar 4-7.

**Tabel 4-2** Pengujian Kuat patah (*Bending Strength*)

Sampel	Jumlah	Komposisi			Gaya (kg)	Bending Strength	Rata-rata	
		Pasir	T.kuning	T.merah				
I	1	3	1	1	1	6	0,125	0,1
	2					4	0,083	
	3					5	0,104	
II	1	3	1	1/2	1	2	0,041	0,04
	2					2	0,041	
	3					3	0,062	
III	1	3	1/2	1/2	1	1	0,020	0,03
	2					2	0,041	
	3					2	0,041	
Kasongan	1	3	-	-	-	0	0	0,01
	2					1	0,020	
	3					1	0,020	

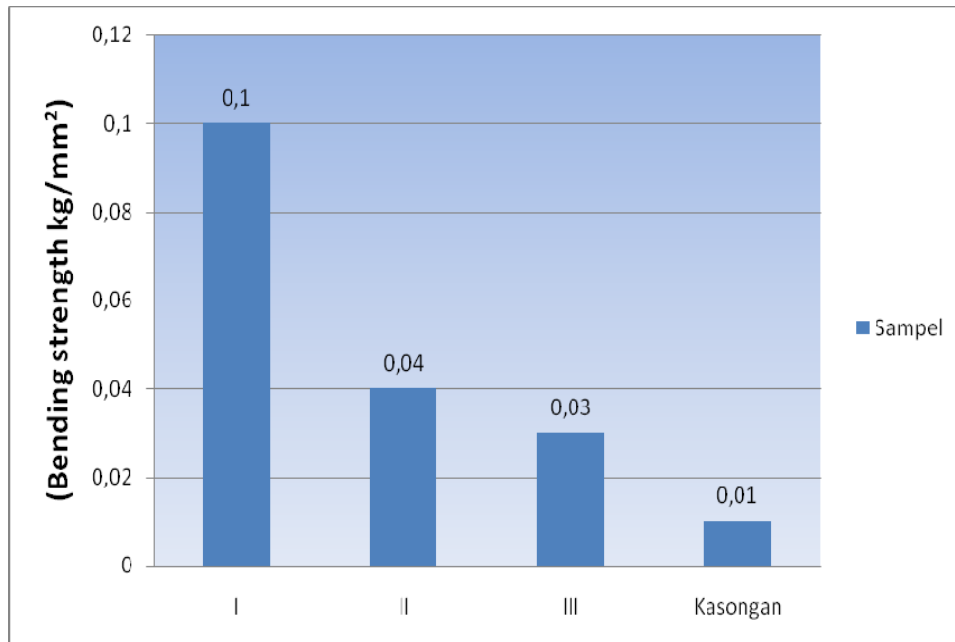
Keterangan:

$$\sigma = \frac{3FL}{2bd^2}$$

F (gaya)

L (jarak kedua penumpu) = 2 cm

Bd (dimensi sampel) = 12 cm



**Gambar 4-7** Grafik *Bending Strength*

Dari gambar 4-7 ini dapat dilihat pada komposisi 1 : 1 : 1 (sampel 1) data rata-rata yang diperoleh 0,104, sedangkan pada komposisi 1 : ½ : ½ (sampel 3) data rata-rata yang diperoleh 0,034, hal ini membuktikan bahwa komposisi untuk setiap sampel mengalami perbedaan nilai *bending strength*-nya. Ini juga dapat dilihat untuk sampel dari Kasongan.

Dari hasil pengujian sampel satu kekuatan *bending* terlihat lebih kuat, karena pada sampel satu menggunakan komposisi bahan dengan perbandingan campuran yang sama, sehingga pada saat dilakukannya proses *sintering* bahan campuran tersebut mengalami pembentukan suatu ikatan antar partikel melalui mekanisme difusi atom yang seimbang, sehingga kekuatan sampel satu menjadi lebih kuat.

#### 4.6 Kekerasan (*Rockwell Hardness*)

Gambar 4-8 menunjukkan bahwa nilai kekerasan *Rockwell* dari sampel dengan variasi campuran komposisi yang dibakar pada suhu sintering 800° C dengan penahanan selama 1 jam terlihat bahwa nilai kekerasan *Rockwell* untuk

setiap sampel mengalami perbedaan. Hal ini menunjukkan bahwa sifat kekerasan pada setiap sampel sangat berpengaruh terhadap campuran komposisinya.

**Tabel 4-3** Pengujian Kekerasan (*Rockwell Hardness*)

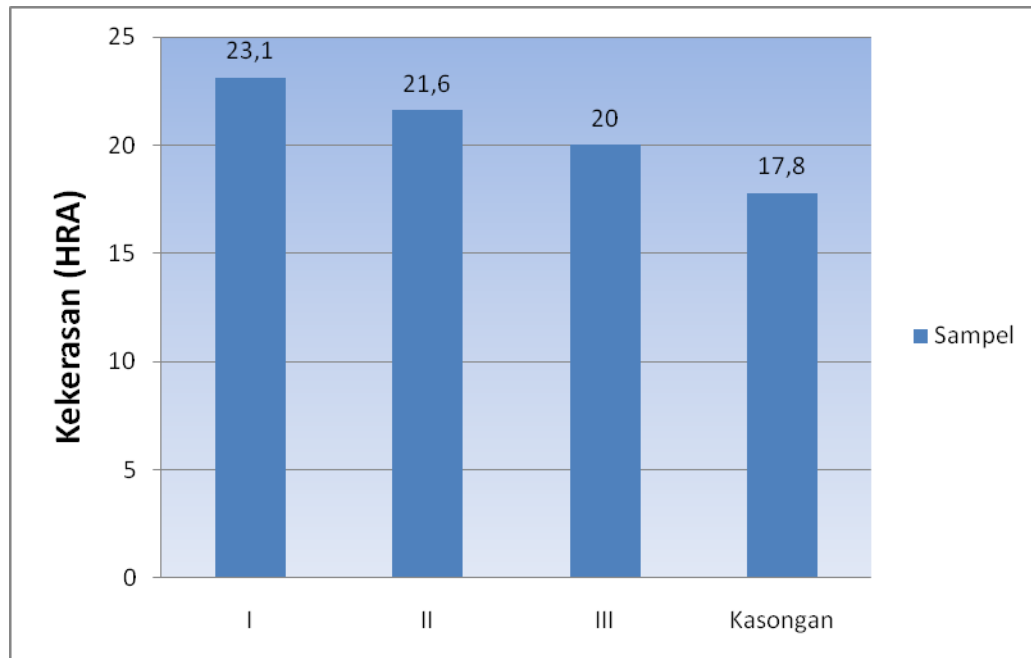
Sampel		Jumlah	Komposisi			Kekerasan (HRA)	Rata-rata
			Pasir	T.kuning	T.merah		
I	1	3	1	1	1	25,5	23,1
	2					23	
	3					21	
II	1	3	1	1/2	1	22	21,6
	2					22,5	
	3					20,5	
III	1	3	1/2	1/2	1	17	20
	2					18	
	3					25	
Kasongan	1	3	-	-	-	17	17,8
	2					17,5	
	3					19	

Keterangan :

Lama penekanan = 5 detik

Beban = 60 kg

HRA = *Diamond cone*



**Gambar 4-8** Grafik Kekerasan (*Rockwell hardness*)

Berdasarkan grafik pada gambar 4-8 terlihat adanya peningkatan kekerasan sampel satu dengan komposisi 1:1:1, yang disebabkan oleh proses difusi lebih cepat terjadi pada campuran bahan dengan perbandingan yang sama, karena energinya semakin besar sehingga pergerakan atom juga semakin mudah, dan mengakibatkan atom-atom tersebut akan saling menempel dan berdifusi satu sama lain. Proses difusi ini juga mengakibatkan perpindahan pori-pori atom yang kosong di sepanjang permukaan bahan atau batas antar butir, akibatnya ukuran pori-pori mengecil, sehingga dapat mengakibatkan penyusutan volume dan peningkatan kekerasan bahan tersebut (Kengery. 1976).

#### 4.7 Hasil pengujian

Dari hasil semua pengujian menunjukkan bahwa sampel satu lebih baik dibandingkan dengan komposisi yang lain termasuk sampel dari kasongan. Hal ini dikarenakan pada sampel satu menggunakan komposisi 1:1:1 yang setiap bahan campurannya memiliki persentase unsur senyawa yang lebih besar sesuai dengan komposisinya, seperti  $\text{SiO}_2$  pada tanah merah 40,28 %, tanah kuning 40,99 % dan

pasir 49,55 % dibandingkan dengan campuran komposisi untuk 1:1:1/2 dan 1:1/2:1/2 yang lebih sedikit perbandingan campuran bahannya, selain senyawa  $\text{SiO}_2$  terdapat juga senyawa lain seperti  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  yang masing-masing mempunyai pengaruh terhadap sifat mekanis suatu produk gerabah.

Hasil uji komposisi untuk  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dapat dilihat pada tabel 4-1, selain itu juga proses *mixing* yang dilakukan selama 20 menit dengan besar butir bahan 80 *mesh* mengakibatkan campuran pada perbandingan komposisi 1:1:1 lebih homogen karena dengan menggunakan perbandingan yang sama, sehingga pada saat proses kompaksi bahan campuran lebih merata, mengakibatkan proses difusi saat *sintering* dengan temperatur  $800^\circ\text{C}$  selama 2 jam dan penahanan 1 jam terjadi lebih cepat, sehingga sifat mekanis dari produk dapat meningkat.



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- a. Dalam setiap bahan campuran seperti pasir, tanah merah, tanah kuning, terdapat tiga senyawa dengan persentase yang paling besar, untuk pasir SiO<sub>2</sub> 49,55%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 18,58%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 11,37%, tanah merah SiO<sub>2</sub> 40,28%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 24,96%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 13,88%, dan tanah kuning SiO<sub>2</sub> 40,99%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 24,29%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 11,89%.
- b. Pada campuran sampel satu komposisi 1:1:1 terjadi peningkatan sifat mekanis yang dipengaruhi oleh persentase senyawa seperti SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang lebih besar dengan besar butir 80 *mesh*.
- c. Proses *Mixing* untuk campuran komposisi 1:1:1 menghasilkan campuran bahan yang lebih homogen, akibat dari perbandingan campuran yang sama.
- d. Temperatur *sintering* 800° C dengan penahanan 1 jam terjadi proses difusi, mengakibatkan adanya pertumbuhan butir sehingga pori-pori diantara butir dapat berkurang, sehingga sifat mekanis dapat meningkat.

#### **5.2 Saran**

Peneliti menyadari bahwa penelitian ini masih belum sempurna baik dari segi penulisan maupun proses penelitian, maka bagi peneliti selanjutnya diharapkan dapat mengembangkan penelitian dengan menambah sampel, variasi waktu penahanan suhu *sintering*, serta melakukan pengamatan terhadap sifat mekanis lainnya, dan melakukan pengamatan terhadap sifat fisisnya.

Penelitian selanjutnya juga diharapkan dapat melakukan pengkajian tentang uji kelayakan gerabah ini sehingga sampai pada tahap komersialisasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, Ambar. (1997). *Pengetahuan Keramik*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Barsoum, M. (1997) *Fundamentals of Ceramics*, McGraw-Hill International.
- Bhattacharyya, S (2005) *Effect Of Titania On Fired Characteristics Of Traxial Porcelain*.
- Bisri Mustofa, (2001). *Perkembangan Desain Keramik “PPPG Kesenian” Yogyakarta Dari Tahun 1992-2000*. Institut Seni Indonesia Yogyakarta.
- Carty, W., and Senapati, U. (1998) *Porcelain-Raw Materials, Processing, Phase Evolution, and Mechanical Behavior*.
- Chan, C.F., dan Ko, Y.C., (1998) *Effect of CaO Content on The Hot Strength of Alumina-Spinel Castables in The Temperatur Range Of 1000 to 1500° C*.
- Edhy Susatyo. (Editor). (1998). *Pembentukan Tanah Liat*. Gatot Wahyu B & Fajar Prasudi.  
(<http://www.alatuji.com/uji-kekerasan.htm>)  
(<http://shipcorner.blogspot.com/ujibendingtest.html>)  
(<http://wwwKeramik.com/Bangrahman>)
- Indah Yuliarti, (1996). *Masa Depan Perkembangan Industri Gerabah Kasongan Bantul Yogyakarta Dalam Mendukung Program Pengentasan Masyarakat Miskin*.
- McColm, I. J. (1983) *Ceramic Science for Materials Technologies*, Leonard Hill, New York.
- Nelson, G. C., (1984) *Ceramic A Potter Handbook*, CBS College Publishing, New York.
- Norton, F. H. (1952) *Element of Ceramics*, Addison Wesley Publishing Company.
- Reed, J. S (1988) *Introduction to the Principle of Ceramic Processing*, John Wiley & Sons, New York.

Retno Susetyaningsih, (2008). *Pengaruh Penambahan MgO Pada Peningkatan Kualitas Lempung Kasongan Untuk Immobilisasi Lumpur Limbah Pb Menggunakan Teknologi Keramik.*

## **LAMPIRAN**

## Perhitungan pengujian Bending

### A. Sampel satu

- $F = 6$        $\sigma = \frac{3 FL}{2 bd^2} = \frac{3 \cdot 6 \cdot 2}{2 \cdot 12^2} = 0,125 \text{ kg/mm}^2$

- $F = 4$        $\sigma = \frac{3 FL}{2 bd^2} = \frac{3 \cdot 4 \cdot 2}{2 \cdot 12^2} = 0,083 \text{ kg/mm}^2$

- $F = 5$        $\sigma = \frac{3 FL}{2 bd^2} = \frac{3 \cdot 5 \cdot 2}{2 \cdot 12^2} = 0,104 \text{ kg/mm}^2$

### B. Sampel dua

- $F = 2$        $\sigma = \frac{3 FL}{2 bd^2} = \frac{3 \cdot 2 \cdot 2}{2 \cdot 12^2} = 0,041 \text{ kg/mm}^2$

- $F = 2$        $\sigma = \frac{3 FL}{2 bd^2} = \frac{3 \cdot 2 \cdot 2}{2 \cdot 12^2} = 0,041 \text{ kg/mm}^2$

- $F = 3$        $\sigma = \frac{3 FL}{2 bd^2} = \frac{3 \cdot 3 \cdot 2}{2 \cdot 12^2} = 0,062 \text{ kg/mm}^2$

### C. Sampel tiga

- $F = 1$        $\sigma = \frac{3 FL}{2 bd^2} = \frac{3 \cdot 1 \cdot 2}{2 \cdot 12^2} = 0,020 \text{ kg/mm}^2$

- $F = 2$        $\sigma = \frac{3 FL}{2 bd^2} = \frac{3 \cdot 2 \cdot 2}{2 \cdot 12^2} = 0,041 \text{ kg/mm}^2$

- $F = 2$        $\sigma = \frac{3 FL}{2 bd^2} = \frac{3 \cdot 2 \cdot 2}{2 \cdot 12^2} = 0,041 \text{ kg/mm}^2$

### D. Sampel Kasongan

- $F = 0$        $\sigma = \frac{3 FL}{2 bd^2} = \frac{3 \cdot 0 \cdot 2}{2 \cdot 12^2} = 0 \text{ kg/mm}^2$

- $F = 1$        $\sigma = \frac{3 FL}{2 bd^2} = \frac{3 \cdot 1 \cdot 2}{2 \cdot 12^2} = 0,020 \text{ kg/mm}^2$

- $F = 1$        $\sigma = \frac{3 FL}{2 bd^2} = \frac{3 \cdot 1 \cdot 2}{2 \cdot 12^2} = 0,020 \text{ kg/mm}^2$



FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN  
Jl. I Dewa Nyoman Oka No. 32, Kotabaru, Yogyakarta 55224  
Telp. (0274) 561338 – Fax . (0274) 563847  
E-mail : ista@indo.net.id \* http://www.akprind.ac.id

**Pengujian Bending Strenght**

Sampel		Jumlah	Komposisi			Gaya (kg)
			Pasir	T.kuning	T.merah	
I	1	3	1	1	1	6
	2					4
	3					5
II	1	3	1	1/2	1	2
	2					2
	3					3
III	1	3	1/2	1/2	1	1
	2					2
	3					2
Kasongan	1	3	-	-	-	0
	2					1
	3					1

Yogyakarta, 15 September 2011

Lab. Pengujian Bahan



Sujiyono



FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN  
Jl. I Dewa Nyoman Oka No. 32, Kotabaru, Yogyakarta 55224  
Telp. (0274) 561338 – Fax . (0274) 563847  
E-mail : [ista@indo.net.id](mailto:ista@indo.net.id) \* <http://www.akprind.ac.id>

**Pengujian kekerasan (Rockwell)**

Sampel	Jumlah	Komposisi			Kekerasan (HRA)	
		Pasir	T.kuning	T.merah		
I	1	3	1	1	1	25,5
	2					23
	3					21
II	1	3	1	1/2	1	22
	2					22,5
	3					20,5
III	1	3	1/2	1/2	1	17
	2					18
	3					25
Kasongan	1	3	-	-	-	17
	2					17,5
	3					19

Yogyakarta, 15 September 2011

Lab. Proses Produksi



Sujiyono

KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL  
**BADAN GEOLOGI**  
PUSAT VULKANOLOGI DAN MITIGASI BENCANA GEOLOGI  
**BALAI PENYELIDIKAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI KEGUNUNGAPIAN**

JALAN CENDANA 15 YOGYAKARTA 55166

TELEPON (0274) 514180, 514192

FAKSIMILE 563630

LABORATORIUM KIMIA

Bentuk Contoh : Padat/ Batuan  
Pengirim Contoh : Deli Sazali  
Asal Contoh : Gerabah Kasongan  
No. Analisa : 12/04/Lk/2010

HASIL ANALISIS KIMIA  
(Dalam satuan % berat)

Unsur	Pasir	Tanah merah	Tanah Kuning
SiO <sub>2</sub>	49,55	40,28	40,99
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,58	24,96	24,29
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,37	13,88	11,89
CaO	4,95	0,49	0,62
MgO	2,71	0,11	0,31
Na <sub>2</sub> O	1,98	0,23	0,43
K <sub>2</sub> O	0,95	0,05	0,39
MnO	0,22	0,25	0,30
TiO <sub>2</sub>	0,98	0,84	0,72
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,36	0,14	0,14
H <sub>2</sub> O	2,61	3,86	6,48
HD	5,64	14,86	13,28

Yogyakarta, 20 Desember 2010

Mengetahui  
Ka, Si, Pelayanan Laboratorium



*[Signature]*  
Dra. Sri Subandini,  
19571018 198103 2 002

Lab. Geokimia,

*[Signature]*  
Ir. N. Euis Sutaringsih  
19611210 199103 2 001