

PENGARUH PROSES SINTERING PADA TEMPERATUR 800°C TERHADAP KEKERASAN DAN KEKUATAN BENDING PADA PRODUK GERABAH

Muhammad Rifai¹ dan Sigit Budi Hartono²

ABSTRAK

Untuk membuat produk gerabah, perlu dilakukan dengan menggunakan metode yang baik serta proses pengerjaan yang benar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh proses sintering pada temperatur 800 °C terhadap sifat 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. Uji bending dengan bentuk balok ukuran (P = 50 mm, L = 3 mm, T = 4 mm) dengan menggunakan standar JIS R 1601 dan untuk kekerasan Rockwell, sampel di-mounting di dalam resin. Pengujian 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, Kekerasan Rockwell, Bending.

PENDAHULUAN

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.

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.

¹ Alumni Jurusan Teknik Mesin FTI-UII Yogyakarta

² Dosen Teknik Mesin STTNAS Yogyakarta

LANDASAN TEORI

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).

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.

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*)



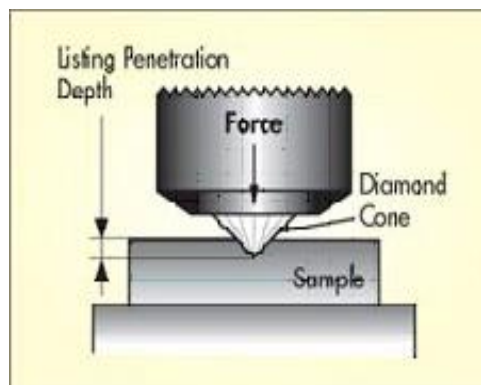
Gambar 1. Perubahan bentuk kristal selama *Sintering*
(www.chem-is-try.orgmateri_kimiakimia-industri)

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 di dalam 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 indentor atau penetrator. (*ASTM Bull*, 1951).

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 Pengujian kekerasan *Rockwell* (www.alatuji.com)

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 3. Pengujian Bending strength metode tiga titik tumpu

(www.rtd.frwhy_post.php)

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)

b = lebar sampel (cm)

P = beban yang diberikan (kgf)

h = ketebalan sampel (cm)

L = jarak kedua titik tumpu (cm)

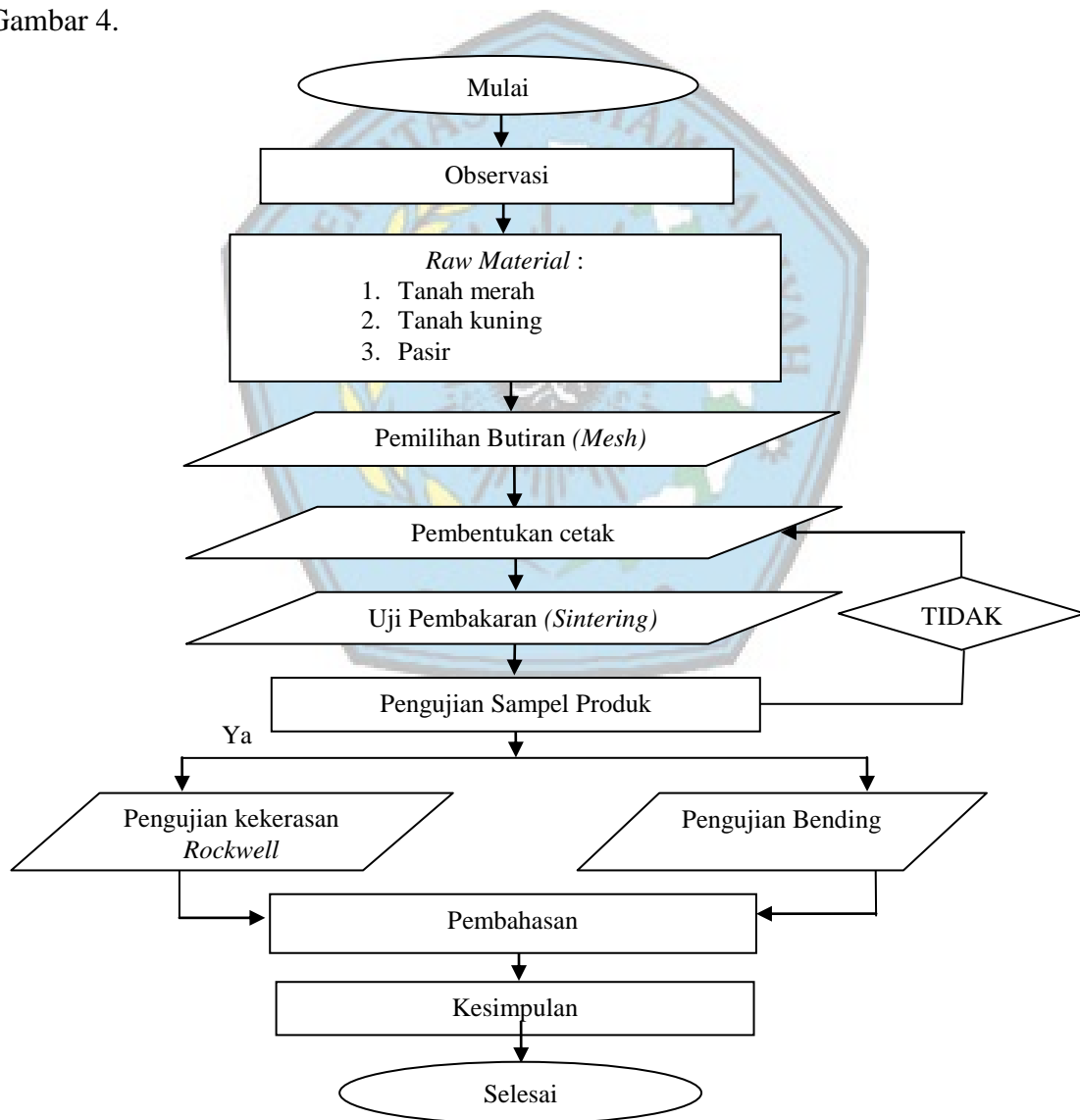
METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah: tanah merah (imogiri), tanah kuning (godean) dan pasir (godean). Sedangkan peralatan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah: *Screening (mesh)*, Cetakan *stone gypsum*, Mesin *Press*, Tungku listrik (*Furnace*), Timbangan digital, Resin, Ampelas, *Microhardness Tester* (uji kekerasan *Rockwell*), *Universal Testing Machine* (Pengujian Bending).

Tahap-Tahap Perancangan

Tahapan–tahapan dalam proses perancangan pembuatan keramik dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. *Flowchart* penelitian

Proses Pengeringan Tanah

Penyiapan material penelitian dengan mengeringkan bahan baku berupa tanah (Gambar 5). Setelah itu dilakukan penyaringan butiran seperti pada Gambar 6.



Gambar 5. Proses pengeringan tanah



Gambar 6. Proses penyaringan butiran

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 (Gambar 7).
2. Material tanah diberi air sampai tercampur merata menjadi tanah liat elastis. Terlihat pada Gambar 8.



Gambar 7. Proses *mixing* material



Gambar 8. Tanah liat elastis

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.

Proses Sintering

Proses *sintering* dilakukan dengan cara sebagai berikut:

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*.
2. Produk ditata dengan posisi berdiri untuk menghindari perubahan bentuk pada produk.
3. Mengatur temperatur suhu 800 °C pada *furnace*.

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

HASIL DAN PEMBAHASAN

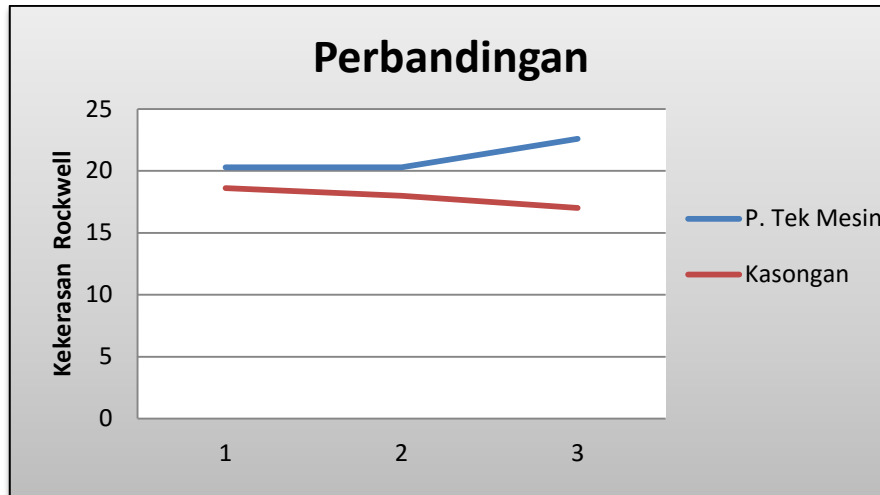
Pengujian Kekerasan Rockwell

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.

Perbandingan nilai kekerasan *Rockwell* antara produk yang dibuat dengan kasongan dapat dilihat pada Gambar 9. Pada Gambar 9 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.



Gambar 9. Nilai kekerasan *Rockwell*

Pengujian Bending

Hasil pengujian bending pada kedua produk yang dibuat dapat dilihat seperti pada Gambar 10. Pada Gambar 10 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/mm^2) dan pada sampel 3 mengalami peningkatan sebesar 0,05 (kg/mm^2)
2. Nilai rata-rata ketahanan bending produk kasongan pada pada sampel 1,2 dan 3 dengan nilai 0 (kg/mm^2).



Gambar 10. Produk Kasongan

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

KESIMPULAN

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 gerabah. Berdasarkan karakterisasi secara mekanis, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Nilai kekerasan *Rockwell* meningkat karena dipengaruhi oleh homogenitas campuran dan pemakaian suhu yang tepat.
2. Ketahanan bending produk meningkat akibat pengaruh dari nilai kekerasan produk dan suhu proses *sintering* yang tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Smallman dkk, 2004. *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material*. Jakarta : Erlangga.
- Surdia dkk, 1985. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta : Pradnya Pramita.
- Daulay A.H, 2009. Penambahan Limbah *Oil Sludge* Pertamina Sebagai Bahan Baku Dalam Pembuatan Keramik Kontruksi. (Tesis). Medan : Universitas Sumatra Utara.
- Budiyanto dkk, 2004. *Kriya Keramik*. Yogyakarta : Departemen Pendidikan Nasional.
- Sulistya dkk, 2007. Pengaruh Kalsium *Karbonat (CaCO₃)* pada Badan Keramik : Studi Perubahan Fase Mineral dan Karakter Produk. (penelitian). Yogyakarta : Pusat pengembangan dan Pemberdayaan pendidik dan tenaga kependidikan seni dan budaya.
- Anonim, 2011 : Alat Uji. *What-is-Hardness-Test-Uji-Kekerasan*.

PENULIS:

1. MUHAMMAD RIFAI
Alumni Jurusan Teknik Mesin FTI-UII Yogyakarta
2. SIGIT BUDI HARTONO
Dosen Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknologi Nasional (STTNAS) Yogyakarta
Jl. Babarsari Caturtunggal, Depok, Sleman, 55281 Yogyakarta, Indonesia