



USULAN PENELITIAN PEMULA

**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR SINTERING TERHADAP UMUR
TANUR PADA INDUSTRI KERAJINAN GONG DI GIANYAR**

Nama

Ketua: Gede Widayana,ST.MT

Anggota : I Nyoman Pasek Nugraha,ST.MT

Nyoman Arya Wigrha,ST.MT

UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA

SEPTEMBER 2012

LEMBAR PENGESAHAN USULAN PENELITIAN INSTITUSIONAL PEMULA

1. Judul Penelitian : Pengaruh Variasi Temperatur Sintering Terhadap Umur Tanur Pada Industri Kerajinan Gong di Gianyar.
2. Identitas Ketua Peneliti
 - a. Nama (lengkap dengan gelar): Gede Widayana,ST.MT
 - b. Jenis Kelamin : Laki-laki
 - c. NIP/NIDN : 197301102006041002
 - d. Pangkat/Golongan : Penata Muda/ IIIa
 - e. Jabatan Struktural : Sekretaris Jurusan Pendidikan Teknik Mesin.
 - f. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
 - g. Fakultas/Jurusan : FTK/Pendidikan Teknik Mesin
 - h. Telpon/fax : 0362-25571
 - i. Alamat Rumah : Jl. Skip 18 Singaraja
 - j. Telpon/fax : 21529
 - k. E-mail : widayana_1@yahoo.co.id
3. Jumlah Anggota : 2 orang
 - Nama Anggota 1 : I Nyoman Pasek Nugraha,ST.MT.
 - Nama Anggota 2 : Nyoman Arya Wigraha,ST.MT.
4. Nama Pembimbing : Dr. I Putu Suka Arsa, ST.MT.
5. Lama Penelitian : 8 bulan
6. Biaya Penelitian : 9,3 juta rupiah

Mengetahui

Singaraja, 1 September 2012

Dekan FTK

Peneliti Utama,

Universitas Pendidikan Ganesha

Dra. I D A Md Budhyani, M.Pd

Gede Widayana,ST.MT

NIP.196501261992112001

NIP.197301102006041002

Mengetahui

Ketua Lembaga Penelitian

Prof.Dr.A.A.I Ngr.Marhaeni,M.A

NIP.196403261990032002

DAFTAR ISI

Cover

Halaman Pengesahan

Daftar Isi

Ringkasan

I.	Pendahuluan.....	1
	1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
	1.2 Permasalahan.....	2
	1.3 Pemecahan Masalah.....	2
	1.4 Tujuan Masalah.....	2
	1.5 Batasan Masalah.....	2
	1.6 Manfaat.....	3
II.	Kajian Pustaka.....	4
	2.1 Tinjauan Umum Keramik.....	4
	2.2 Klasifikasi Keramik.....	4
	2.3 Tanur Krus Grafit.....	5
	2.4 Penyimpanan Tanur Krus Grafit.....	7
	2.5 Penggunaan Tanur Krus Grafit.....	8
	2.6 Sintering.....	10
	2.7 Solid State Sintering.....	11
	2.8 Struktur Kristal Keramik.....	11
III.	Metode Penelitian.....	13
	3.1 Proses Pembuatan Tanur dan Dasar Pengujian.....	13
	3.2 Pembuatan Tanur Krus Grafit.....	15
IV.	Jadwal Kegiatan	
V.	Anggaran Biaya	
	Daftar Pustaka	
	Lampiran	
	Justifikasi Anggaran	
	Susunan Organisasi Tim Pengusul	
	Biodata Ketua dan Anggota	
	Surat Pernyataan Kesiapan Dosen Pembimbing	
	Surat Pernyataan Originalitas Penelitian.	

RINGKASAN

Keramik merupakan salah satu kerajinan tradisional yang telah ada sejak berabad-abad lalu. Salah satu jenisnya adalah tanur krus grafit yang banyak digunakan pada industri-industri pengecoran terutama untuk mencairkan logam kuningan (brass). Dalam penggunaannya tanur krus grafit ini mengalami keretakan setelah pemakaian 5 atau 6 kali pakai sehingga diperlukan komposisi material dan *clay* serta temperatur bakar (*sintering*) yang tepat untuk memperpanjang umur tanur.

Penelitian yang dilakukan meliputi pengukuran berat jenis, porositas terhadap tanur dengan komposisi material terdiri dari fraksi halus 30%, fraksi kasar 40% dan *clay* 30% serta variasi temperatur bakar (*sintering*) pada suhu 900°C dan 1000°C. Pengujian abrasi yang dilakukan untuk mendapatkan nilai uji yang terkecil dari 2 tanur yang mengalami proses pembakaran yang berbeda.

Kata kunci : tanur krus grafit, sintering.

ABSTRAC

INFLUENCE OF VARIATION TEMPERATURE SINTERING TO KILN AGE AT INDUSTRY OF CRAFTING GONG IN GIANYAR.

Ceramic represent one of traditional crafting which is have been there since for centuries then. One of its type is kiln of krus graphite which a lot of used at moulding industrys especially to liquefy the brass metal . In its use this kiln krus graphite experience of the cart after usage 5 or 6 times wear so that needed by composition of material and clay and also temperature burn the (sintering) to lengthen the kiln age.

Research done cover the measurement specific gravity , porosity to kiln with the material composition consisted by the smooth fraction 30%, harsh fraction 40% and clay 30% and also variation of temperature burn (sintering) at temperature 900°C and 1000°C. Examination Abrasi to get the smallest test value from 2 natural kiln process the different combustion.

Key word : kiln of krus graphite, sintering.

I. PENDAHULUAN

Sejak dahulu nenek moyang kita telah mewariskan kekayaan berbentuk seni tradisional, baik yang primitif maupun klasik. Banyak karya seni yang mengagumkan telah mereka ciptakan diantaranya seni tari, seni ukir, seni batik, seni anyaman dan seni keramik, termasuk perabotan rumah tangga, keperluan upacara serta hiasan dengan berbagai bentuk dan variasinya. Hasil karyanya tersebut telah mampu menjadi tradisi bagi generasi selanjutnya dalam kurun waktu yang tidak terbatas sampai dewasa. Sebagai generasi penerus kita dituntut untuk melestarikan dan mengembangkan seni tradisional tersebut tersebut sesuai dengan kenyataan dan tantangan jaman sekarang ini selaras dengan perkembangan dan kebutuhan masyarakat.

Keramik yang merupakan salah satu kerajinan tradisional telah ada sejak berabad-abad yang lalu. Di Eropa keramik diperkenalkan setelah kemenangan Islam di Afrika Utara dan Spanyol. Sejak itu keahlian membuat keramik mulai berkembang didaerah tersebut dan meluas ke negeri Eropa dan Asia melalui perdagangan. Keramik sebagai salah satu bagian dari kehidupan masyarakat berkembang sesuai dengan kemajuan teknologi dan ilmu.

Dalam bidang teknik terlihat penggunaannya dibidang ruang angkasa, kedokteran dan peralatan teknik canggih. Sedang dalam masyarakat umumnya tampil dalam bentuk keramik fungsi, keramik seni dan keramik kerajinan.

1.1 Latar Belakang Masalah

Tanur krus grafit merupakan salah satu jenis keramik yang banyak digunakan pada industri-industri pengecoran terutama untuk mencairkan paduan tembaga khususnya kuningin.

Seperti di Kerajinan Gong di Blahbatuh Gianyar, tanur krus grafit disana digunakan untuk membuat barang-barang kerajinan Gong. Namun dalam prakteknya tanur krus grafit ini sering mengalami retak setelah pemakaian 5 – 6 kali pakai. Sehingga tentunya krus grafit tersebut harus diganti.

Jika dilihat dari sudut ekonomi jelas penggantian tersebut akan memakan biaya dan waktu yang tidak sedikit sehingga kelancaran produksi akan terganggu.

Perlu dijelaskan sedikit bahwa industri Kerajinan Gong tempat melakukan survey merupakan industri kecil dengan modal yang tidak terlalu besar dan tanur krus grafit yang dipakai adalah dibuat sendiri dengan bahan baku yang mereka beli diluar, merupakan bekas dari tanur yang sudah tidak dipakai lagi.

1.2 Permasalahan

1. Tanur krus grafit dalam prakteknya sering mengalami keretakan setelah 5 – 6 kali pemakaian.
2. Pengaruh temperatur bahan bakar terhadap besarnya nilai abrasi.

1.3 Pemecahan Masalah

Dalam pemecahan masalah diatas dilakukan perbaikan mengenai cara pembuatan dari tanur krus grafit . Dalam penelitian ini dirubah komposisi material dengan menambah fraksi kasar (lolos ayakan 3 mm) dan mengganti tanah liat dengan *clay* ngandang serta memakai 2 variasi temperatur bakar (*sintering*).

Pada mulanya tanur krus grafit tersebut dibuat dengan cara mencampurkan fraksi halus (lolos ayakan 0,5 mm) dengan tanah liat yang mereka dapat disana (tanpa fraksi kasar) kemudian dibentuk menjadi tanur krus grafit dan setelah kering pematangan dari tanur tersebut dilakukan dengan membakarnya pada arang yang membara selama 12 jam, kemudian baru tanur tersebut dipakai untuk melebur kuningan.

1.4 Tujuan Penulisan

Untuk memperbaiki komposisi dari tanur krus grafit dan mendapatkan temperatur bakar (*sintering*) yang tepat sehingga diharapkan dapat memperpanjang umur dari tanur tersebut.

1.5 Batasan Masalah

1. Analisa hanya terhadap pembuatan tanur krus grafit.
2. Hanya membahas perbedaan temperatur bakar 900°C, 1000°C terhadap porositas, berat jenis dan abrasi.
3. Proses pembuatan yang meliputi pencampuran (homogen) , pembentukan dan pengeringan disesuaikan dengan kondisi di Blahbatuh Gianyar.
4. Tidak membahas mengenai komposisi kimia material dan struktur mikronya.
5. Tidak membahas mengenai biaya produksi.
6. Peralatan produksi seperti alat pengayak, cetakan, sudah dalam bentuk jadi.
7. Proses difusi material tidak membahas secara mendalam.
8. Konduktivitas panas pada tanur tidak dibahas secara mendalam.

1.6 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah membantu industri kecil pengecoran logam kuningan pembuatan Gong di Blahbatuh Gianyar, dalam pembuatan tanur krus grafit sehingga dapat menunjang kelancaran dan meningkatkan proses produksi dan keuntungan yang didapat.

II. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum Keramik.

Seni dan industri keramik telah berkembang sejak ribuan tahun lalu. Dulu orang heran ketika tungku dan periuk dari tembikarnya setelah berulang kali dipanasi/dibakar lantas berubah menjadi zat lain. Bahannya menjadi keras seperti batu. Bahan seperti itu disebut keramik. Keramik berasal dari istilah Yunani, keramos, yang artinya bahan yang dibakar. Zaman sekarang boleh dibilang zaman batu baru. Keramik menjadi terkenal lagi. Bahan keramik bersifat keras, ringan, tegar, tahan api, dan korosi. Para ahli dan teknisi telah mengerahkan segala kemampuannya untuk meneliti keramik ini sehingga sekarang dikenal berbagai keramik piawai, keramik canggih, komposit, baik yang berstruktur (industri konstruksi) maupun fungsional (piranti elektronika). Modern keramik dibuat dengan proses pembakaran suhu tinggi yang melibatkan proses sintering bubuk/serbuk oksida, karbida/nitrida halus. Pada keramik modern pengaturan dan kontrol komposisi amat menentukan umumnya unsur yang memiliki sifat unggulan prosesnya lebih besar. Modern keramik umumnya berbasis oksida logam (seperti Al_2O_3 , ZrO_2 , ThO_2 , BeO , MgO), nitrida, karbida atau borida (Si_3N_4 , SiC , B_4C dan TiB_4) atau gabungan diantaranya.

2.2 Klasifikasi Keramik

Menurut Kingery⁴ dalam bukunya *Introduction to Ceramic* tahun 1948 menyatakan bahwa yang termasuk dalam cabang-cabang industri keramik meliputi :

a. Industri Semen

Semen PC, semen tahan api, semen oksiklorida, plaster gipsum.

b. Industri produk-produk dari lempung liat :

Batu merah, genteng, pipa, bata lapis, bata klinker, dll.

c. Industri Barang Tahan Api

Batu tahan api jenis samot, batu tahan api silika, magnesit, dolomit, chrom, SiC , semen tahan api, gurinda, batu tahan api graphit, batu tahan api alumina tinggi, barang tahan api khusus, barang tahan api isolasi.

d. Industri barang-barang keramik putih (keramik halus)

Porselin listrik, barang statit, barang-barang sanitair, tegel dinding/lantai, alat-alat masak, *table ware*, dll.

e. Industri Barang-barang Terracotta

Keramik arsitektur, keramik kebun, keramik hias.

f. Industri Kapur

Pembakaran kapur : untuk kimia, bangunan dan pertanian.

g. Industri Gelas

Gelas optik, gelas untuk alat-alat laboratorium, kaca, gelas untuk alat rumah tangga, gelas wadah, dll.

h. Industri Email

Baja : alat-alat rumah tangga *reflektor, specialities*.

Besi tuang : barang-barang sanitair, alat-alat masak.

Dengan perkembangan teknologi yang sangat pesat akhir-akhir ini para ahli membagi keramik ke dalam dua kelompok, yaitu :

1. Keramik Tradisional

Adalah keramik dengan proses-proses dan pemakaian yang telah dikenal.

2. Keramik Maju (baru)

Keramik elektronika, keramik teknik, bio keramik dan lain-lain.

2.3 Tanur Krus Grafit

Tanur krus grafit dapat juga digolongkan ke dalam batu tahan api (*refractory*) dimana dalam penggunaannya berfungsi sebagai pelindung dari temperatur yang relatif tinggi. Untuk itu maka tanur krus grafit ini harus mempunyai sifat-sifat sebagai berikut :

1. Tahan terhadap temperatur tinggi tanpa melebur (*refractorines*).
2. Tahan terhadap beban struktur pada temperatur tertentu.
3. Memiliki ketahanan atau kestabilan volume pada temperatur kerja.
4. Tahan terhadap perubahan temperatur yang mendadak.
5. Isolasi terhadap panas.
6. Tahan terhadap reaksi kimia dan fisika pada temperatur kerja.

Selain sifat-sifat yang penting diatas terdapat juga faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kualitas batu tahan api (*refractory*) yaitu :

1. Komposisi kimia.
2. Homogenitas bahan.
3. Temperatur dan kondisi kerja.
4. Teknis pembuatan.

Jenis-jenis batu tahan api (*refractory*) dapat dibagi berdasarkan beberapa kriteria, diantaranya adalah :

1. Berdasarkan kenampakannya :
 - a. *Refractory* dengan bentuk tertentu (*form refractory*)
 - i. Paralel
 - ii. Meruncing
 - iii. Bentuk khusus

- b. *Refractory* tak berbentuk (*uniform refractory*)
 - i. *Mouldable* : plastik, *sprayed*.
 - ii. *Castable* : bebas semen, semen.
- 2. Berdasarkan sifat-sifat kimia :
 - a. Asam : silika, alumina silika, *high alumina*.
 - b. Netral : chrom, carbon, silikon carbid (SiC)
 - c. Basa : magnesit ($MgCO_3$), dolomit ($CaCO_3-MgCO_3$), chrom magnesit ($Cr_2O_3.MgCO$), forsterite ($MgO.SiO_2$), spinel ($Cr_2.FeO_4$)
- 3. Berdasarkan tingkat ketahanan temperatur
 - a. *Refractory* biasa : 1580C – 1770C
 - b. *Refractory* tinggi : 1780°C – 2000°C
 - c. *Refractory* super : >2000°C
- 4. Berdasarkan cara pembuatan :
 - a. Pembuatan plastis
 - b. Pembuatan dengan cor
 - c. Pembuatan sintering
 - d. Pembuatan dengan pemahatan (batu alam)

The American Refractory Institute menggolongkan syarat-syarat dan sifat-sifat utama batu tahan api (*refractory*) ke dalam 3 macam, yaitu :

1. Kekuatan

Adalah daya tahan terhadap gaya mekanis, dimana pada umumnya batu tahan api yang digunakan untuk keperluan bangunan maka ia harus mempunyai kekuatan yang tinggi. Kekuatan yang ditentukan pada temperatur kamar baru akan mencapai arti bila korelasi dengan temperatur tinggi yaitu pada waktu pemakaian.

2. *Resistancy* (daya tahan) terhadap destruksi

Adalah daya tahan terhadap gaya fisik dan kimia, dimana dalam penggunaannya harus tahan terhadap salah satu penyebab destruksi, yaitu:

a. Abrasi

Ada dua penyebab yang utama :

- Partikel yang dibawa oleh gas-gas pembakaran.
- Pengausan oleh gerakan massa yang diolah terhadap *refractory*.

b. Peleburan

Gejala ini jarang dijumpai dalam industri *refractories* karena titik lebur barang tahan api biasanya lebih tinggi dari temperatur bakarnya. Kontaminasi bahan lainnya umpamanya bahan pelebur atau slag akan menurunkan titik lebur barang tahan api.

3. Sifat-sifat terhadap Perambatan Panas

Barang tahan api baik untuk membatasi maupun untuk menghantarkan panas. Untuk batu tahan api pada prinsipnya harus bersifat padat dan volumenya harus stabil. Sifat padat berfungsi untuk menghindari penetrasi oleh cairan dan gas serta tahan terhadap pengaruh mekanis. Sedang volumenya harus stabil berguna supaya tidak susut sehingga tidak terjadi celah yang dapat membuang energi atau cairan yang keluar.

Untuk mencapai hal tersebut diatas diperlukan dua macam test terhadap batu tahan api tersebut, antara lain :

1. Tes fisik :

a. Berat jenis

Dapat dicari dengan menimbang benda kering (BK), benda dalam keadaan basah (BB) dan berat benda dalam air (BDA).

b. Porositas

Perbandingan antara volume benda yang dapat diisi air dengan volume benda tersebut.

c. Nilai PCE (*Pyrometric Cone Equivalent*)

Nilai yang menyatakan derajat leleh suatu material tahan api.

2. Tes Emperis

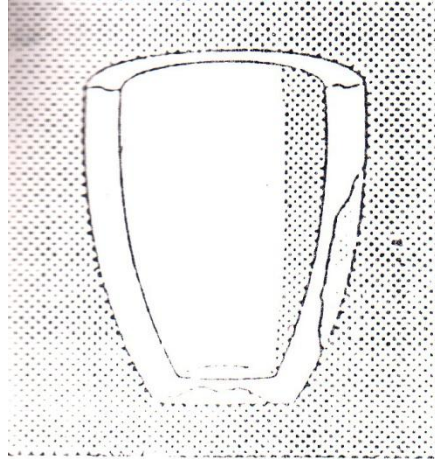
Yang termasuk didalam tes ini adalah tes abrasi.

Tanur krus grafit dapat juga digolongkan dalam jenis keramik yang banyak digunakan pada industri-industri pengecoran. Tanur krus grafit dalam pemakaiannya mengalami kemajuan, baik mengenai penampilan maupun umur pakainya. Umur pakainya tambah lama pada penggunaan di industri pengecoran. Secara praktis pemakaian tanur pada industri pengecoran, umur pakainya tergantung dari perlakuan tanur yaitu banyak terpengaruh dari langkah preventif atau pemakaian tanur itu sendiri.

2.4 Penyimpanan Tanur Krus Grafit

Secara umum tanur krus grafit bersifat *porous*, untuk itu diberi lapisan *glassir* sehingga mencegah tanur lembab dan menghalangi penetrasi atau masuknya air kedalam tanur. Penyimpanan tanur harus ditempat kering dan hangat, tidak boleh diletakkan di lantai yang basah apalagi kena hujan. Jika tanur basah maka pada saat dipanaskan dengan cepat didalam tanur akan menyebabkan letusan akibat menguapnya air dengan mendadak yang mengakibatkan rusaknya dinding tanur krus grafit.

Bila tanur basah, sebelum dipakai harus dikeringkan terlebih dahulu dengan dipanaskan secara lambat selama 3 jam atau temperatur diatas 100°C . Daerah yang rusak akibat tanur basah biasanya pada sisi luar dan bawah. Daerah ini rawan karena kemungkinan sisi tersebut lapisan *glassirnya* rusak sehingga terjadi penetrasi air ke dalam badan tanur.



Gambar 1. Daerah rusak akibat krus grafit yang basah.

2.5 Penggunaan Tanur Krus Grafit

Dalam pemakaian tanur krus grafit terdapat 4 keadaan yang menyebabkan pendeknya umur pakai tanur yaitu :

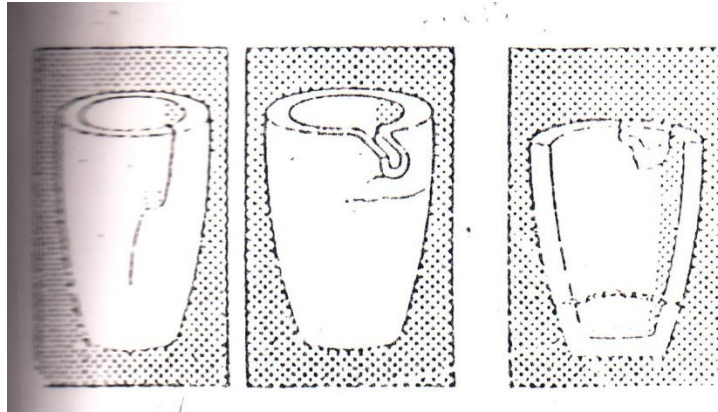
1. Akibat mekanik
2. Panas yang mendadak
3. Reaksi kimia oleh *slag* dan *fluk*
4. Oksidasi

1. Akibat Mekanik

Pendeknya umur tanur krus grafit pada kenyataannya 80% diakibatkan oleh mekanik. Sedangkan akibat mekanik bisa berupa cara *setting* yang salah, retak akibat benturan sisi muatan, retak akibat endapan, pencekaman, skrap dan geram.

Cara setting yang salah, pengaturan letak krus grafit didalam tanur sangat penting jadi harus tepat betul. Krus grafit didalam tanur akan mengembang sehingga pengaturan letak diberi kelonggaran 3 mm diantara batu tahan api dinding tanur.

Jika tidak diberi kelonggaran krus grafit bisa retak akibat terjepit oleh batu tahan api. Karena pada saat pemanasan batu tahan api lebih dahulu panas. Demikian pula jika jenis grafit yang diangkat pada saat penuangan, maka bagian puncak yang dekat bibir tuang akan retak akibat oleh beratnya tanur dan isinya. Akibat lain jika tanur tidak ditumpu akan terjadi retak patahan pada leher dan dasarnya.



Gambar 2. Tipe retak akibat kesalahan seting.

Retak akibat benturan jika cara pemasukan logam kuning yang besar dan berat e dalam tanur dijatuhkan, maka akan menyebabkan pukulan yang mendadak/menyentak pada bagian dalam atau dinding tanur. Ciri khas dari keretakan ini adalah berbentuk lubang, gejala yang lebih ringan lagi berupa terkikisnya dinding tanur.

Sisi muatan, jika ada ingot tebal dan melintang didalam tanur maka pada saat pemanasan terjadi pemuaian yang akan menimbulkan tekanan pada sisi tanur. Tekanan dari dalam tersebut menyebabkan tanur retak, tipe keretakan ini bisa berupa retak bintang, retak vertikal dan robekan.

Retak akibat endapan pemakaian tanur secara berkala sehingga pada saat tanur dimatikan ada bagian dari sisa logam yang cair akan membeku didasar atau sebagian slag/kotoran akan menempel didinding tanur. Bila kemudian tanur dipakai lagi maka akibat pemanasan menyebabkan pemuaian pada endapan logam didasar atau kotoran didinding tanur sendiri. Akibat perbedaan angka pemuaian tersebut akan menyebabkan tanur retak, bentuk retaknya bisa berupa melintang, vertikal atau gabungan keduanya.

Pencekaman dari tong krus grafit harus baik dimana pencekaman tersebut tidak boleh merusak dinding puncak krus. Hal ini dapat terjadi jika lengan penjepit yang digunakan tidak tepat. Mengingat angkah pemindahan tanur selalu dilakukan maka alat bantu penjepit tanur harus benar-benar tepat.

Sekrap dan geram , pemasukan/pengumpanan sekrap dan geram yang tajam akan menyebabkan dinding tanur tererosi, bagian yang tajam tersebut seolah mirip ujung alat potong sehingga secara cepat akan mengikis dinding tanur. Satu-satunya cara untuk mengurangi erosi dinding ini dengan cara pengumpanan sekrap dan geram dengan jatuhnya vertikal sedangkan sekrap dan geram sendiri dari hasil proses pemesanan bentuknya cenderung tajam.

2. Panas yang mendadak.

Tanur krus grafit dirancang dapat dipanaskan dengan cepat dari kondisi dingin. Selama pemanasan terjadi tegangan termal karena adanya perbedaan ecepatan pemanasan pada beberapa bagian luasan tanur tidak sama.

Jenis keretakan akibat cara pemanasan yang cepat terjadi pada daerah dasar karena bagian sisi luarnya relatif paling panas dibandingkan sisi dalam dan puncaknya. Kerusakan tanur bagian dasar bisa terjadi apabila terdapat konsentrasi panas pada sisi tertentu. Bila dapur tanur krus grafit dimatikan maka daerah yang mengalami pendinginan dahulu dengan daerah yang dingin belakangan akan menyebabkan tegangan termal pula. Jenis kerusakan akibat pendinginan terjadi pada daerah puncak tanur krus grafit.

3. Reaksi kimia oleh slag dan fluk

Reaksi kimia antara dinding tanur dengan slag dan fluk akan menyebabkan terkikisnya dinding tanur. Jenis lain terkikisnya dinding dalam tanur akibat reaksi kimia endapan sar dan fluk yaitu terjadi jika menggunakan tanur krus grafit jenis cawan tuang. Hal ini terjadi karena saat menuang logam cair maka slagnya menempel pada sisi belah bibir cawan tuang.

2.6 SINTERING

Secara umum baik logam maupun keramik bila dibuat dengan teknik metalurgi akan melalui proses pembentukan dan pembakaran (dipanaskan pada temperatur tinggi). Pada saat pembakaran ini akan terjadi pemadatan. Proses pemadatan material karena pembakaran suhu tinggi disebut dengan “*sintering*”.

Sintering secara esensial dikatakan sebagai pergerakan pori atau partikel yang disertai dengan tumbuhnya butiran partikel dan bertambahnya kekuatan antar partikel yang berdekatan. Syarat yang harus ada agar proses sintering dapat berlangsung adalah :

1. Harus ada mekanisme agar terjadi pergerakan.
2. Sumber energi untuk mengaktifkan dan mendukung pergerakan material.

Salah satu mekanisme utama dari pergerakan material yang dibutuhkan adalah difusi, sedangkan sumber utama untuk sintering adalah panas.

Proses pembakaran suhu tinggi yang terjadi saat sintering akan mengakibatkan material mengering. Tahap pengeringannya cukup khas, air terabsorpsi fisik akan hilang dengan pemanasan 100°C. Air terabsorpsi secara kimia (bentuk ion H_3O^+/OH) hilang pada suhu 1000°C.

Proses pengeringan ini disertai dengan pengkerutan serta pemampatan atau pemadatan dan terjadi penambahan kekuatan karena pada saat proses tersebut terjadi pertukaran bahan (difusi) sehingga antar bagian material saling melekat dan material akan bertambah kuat.

Proses sintering memadatkan bubuk keramik menjadi massa koheren. Dimana karena proses tersebut permukaan kristal mengerut dan volumenya berkurang, terjadi penambahan kekuatan

karena butir-butirnya saling melekat menjadi satu. Efek lainnya yaitu terjadi pengurangan porositas.^{2&8}.

2.7 Solid State Sintering

Pada umumnya proses sintering keramik terjadi pada kondisi solid state sintering yaitu suatu keadaan yang menyebabkan perpindahan material secara difusi. Difusi yang terjadi adalah pergerakan atom atau kekosongan (pori) sepanjang permukaan batas butir atom atau melewati volume dari material.

Difusi volume sepanjang batas butir atau melewati dislokasi lattice pada proses *solid state* sintering ini akan mengakibatkan penyusutan seperti gambar 1.

Driving force untuk sintering jenis ini adalah perbedaan energi bebas atau energi kimia potensial antar permukaan bebas dari partikel dan titik kontak antara partikel-partikel yang berdekatan. Dengan partikel yang halus proses sintering serbuk akan lebih cepat terjadi pada temperatur yang lebih rendah dibanding partikel yang besar. Disamping itu keseragaman pengepakan butir (keseragaman hasil penekanan), bentuk butir dan distribusi ukuran partikel amat berpengaruh terhadap sifat hasil akhir material.

Jika hasil penekanan atau compacting partikel tidak seragam maka akan sangat sulit untuk mengurangi adanya porositas saat sintering. Ketidakteraturan umumnya berupa penggerombolan butiran akibat proses compacting yang kurang sempurna.

Secara keseluruhan proses difusi pada keramik dapat ditunjukkan pada gambar 2.9 dan tabel 2.1. bahwa perpindahan atom dapat terjadi dari permukaan partikel, partikel bulk dan dari batas butir atom diantara difusi permukaan, *lattice* maupun batas butirnya, baik salah satu atau lebih dari proses diatas saling mendukung didalam proses sintering.

2.8 Struktur Kristal Keramik

Pada umumnya keramik berstruktur kristal. Untuk mengetahui struktur kristal yang lebih mendalam haruslah mendalami/memahami struktur atom dengan lengkap dan itu tidak menjadi bahasan dalam masalah ini. Kita hanya mengulas sedikit mengenai ikatan keramik.

Keramik umumnya berikatan ionik, kovalen dan *van der waals* dan sedikit lainnya berikatan logam. Hampir semua keramik berbahan dasar oksida logam berikatan ion. Sedangkan ikatan kovalen yang mempunyai kecenderungan arah yang kuat dapat dilihat pada keramik non oksida logam seperti keramik basis alumina, silika dan lain-lain.

Beberapa mineral dikenal mempunyai beberapa struktur kristal yang berbeda meskipun komposisinya sama. Hal ini dikenal dengan polimorfik, misalnya quartz, cristoballite dan tridymite adalah konfigurasi yang berbeda dari silika (SiO_2), kemudian diamond dan graphite

merupakan konfigurasi yang berbeda dari karbon. Perubahan dari satu struktur ke struktur lainnya pada material yang memiliki sifat polymorphic disebut dengan transformasi.

Hal menarik yang patut disimak dari keramik adalah mengenai sifat keramik yang brittle dan ketangguhannya yang rendah jauh dari ketangguhan logam. Bila kita tinjau ikatan logam maka disana elektron valensi dari logam terdistribusi merata dan atom-atom logam berukuran sama semuanya, sehingga menghasilkan struktur kristal yang tertutup.

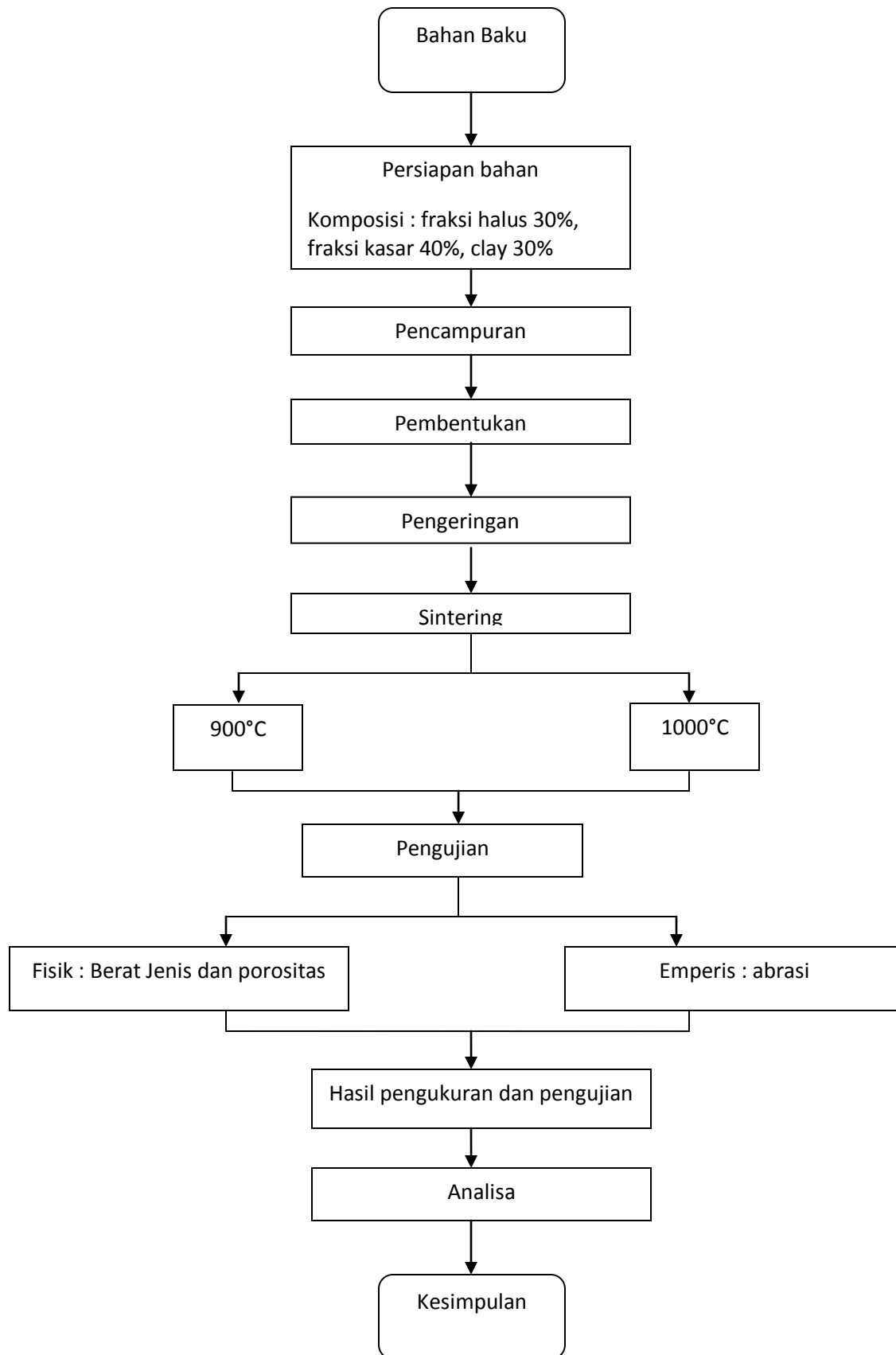
Struktur kristal ini akan banyak menghasilkan bidang slip sebagai tempat bergerak atom-atom bila terjadi pembebanan sehingga material logam menjadi tangguh dan ductile. Hal seperti ini tidak dijumpai pada keramik.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Proses Pembuatan Tanur Dan Dasar Pengujian

Kerajinan Gong di Blahbatuh ini dalam pembuatan tanur krus grafit sangat sederhana. Komposisi material dan temperatur bakar (sintering) hanya berdasarkan kira-kira saja, sehingga untuk mendapatkan umur tanur yang maksimal perlu suatu komposisi material dan temperatur bakar yang tepat dan diharapkan nilai abrasinya kecil.

Untuk itu dipakai komposisi material tertentu dan 2 macam variasi temperatur bakar dengan waktu penahanan selama 1 jam. Secara umum keseluruhan proses diatas dapat dilihat pada diagram alir dibawah ini.



3.2 Pembuatan Tanur Krus Grafit

A. Persiapan bahan

Untuk bahan baku pembuatan tanur krus grafit ini didapat dari membeli bekas dari tanur yang telah dipakai dan kemudian dicampur dengan tanah liat. Pada penelitian di Kerajinan Gong Jl. Buruan Blahbatuh Gianyar, disana spesifikasi dari tanur yang dibuat adalah sbb :

- Material : -fraksi halus (0,5 mm) = 80%
 -fraksi kasar (3 mm) = tidak ada
 -tanah liat (clay) = 20%

Untuk mengetahui sejauh mana pengaruh variasi temperatur bakar (sintering) terhadap nilai uji abrasinya dibuat 2 macam variasi temperatur bakar dan penambahan fraksi material, yaitu

Komposisi	Sintering	
	900°C	1000°C
Fraksi halus (0,5 mm)	30%	30%
Fraksi kasar (3mm)	40%	40%
Clay Ngandang	30%	30%

B. Pencampuran

Pada tahap ini bahan yang telah disiapkan dicampur secara merata dengan ditambahkan air sebesar 5% (1250 ml). Setelah tercampur semuanya adonan tersebut siap untuk dibentuk.

C. Pembentukan

Pembentukan tanur krus grafit ini dilakukan pada cetakan yang sebelumnya dilapisi dengan plastik agar adonan tidak lengket pada cetakan. Dalam proses pembentukan ini juga dilakukan penekanan terhadap material untuk mendapatkan porositas yang sekecil-kecilnya.

D. Pengeringan

Tujuan utama dari proses pengeringan ini adalah untuk mengurangi kadar air dalam pori-pori partikel. Proses ini penting setelah proses pembentukan. Selama proses pengeringan terjadi perpindahan massa dan panas yang terjadi secara serentak. Perpindahan massa disebabkan perbedaan kadar air yang bergerak dari tempat basah ke ruang yang lebih kering dan juga berpindah dari bagian dalam bahan ke permukaan bidang penguapan, untuk selanjutnya menguap.

Sedangkan perpindahan panas terjadi karena perbedaan suhu antara bagian dalam dan permukaan material.

Untuk mendapatkan kondisi pengeringan yang baik (perpindahan massa dan panas) maka suhu penguapan harus baik. Penguapan yang cepat akan mengakibatkan adanya retak-retak pada tanur. Hal ini disebabkan karena terjadinya perbedaan kadar air pada bagian permukaan dan bagian dalam tanur. Untuk itu proses pengeringan dilakukan 2-3 hari.

E. Sintering

Dalam proses sintering terjadi perubahan material sbb :

- Berkurangnya luas permukaan
- Kekuatan meningkat
- Kerapatan meningkat

Untuk proses sintering dilakukan pada *Shuttle Kiln* yaitu dapur pembakaran yang berukuran 0,5 m x 0,5 m dan thermokopel yang gunanya untuk mengukur suhu pembakaran.

Dalam penelitian ini dipakai 2 macam temperatur bakar yaitu 900°C dan 1000°C. Proses sintering pada tanur dilakukan untuk mencapai temperatur 900°C - 1000°C secara keseluruhan karena pada temperatur tersebut terjadi proses sintering yang baik.

Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Bulan							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Persiapan Bahan	★	★						
2	Pembuatan Tanur			★	★	★			
3	Pengujian Spesimen						★	★	
4	Penyusunan dan penulisan laporan								★

Anggaran Penelitian

No	Jenis Anggaran	Biaya yang diusulan (Rp)
1	Honor	2.700.000
2	Bahan Habis Pakai	3.521.000
3	Perjalanan	2.000.000
4	Lain-Lain	1.150.000
Total Anggaran Keseluruhan		9.371.000 (Sembilan juta tiga ratus tujuh puluh satu ribu rupiah.)

Daftar Pustaka

1. Anton J Hartomo. Mengenal Keramik Modern, edisi pertama. 1994.
2. Charusporn Mongkolkachit, Suda Wanakitti, Paiboon Wattanapornphan and Sompong Srimanosawapak. (2010). *Effect of Sintering Temperature on Porous Structure of Freeze Cast Alumina*. Journal of The Microscopy Society of Thailand 24 (2), 130-132 (2010).
3. Hari Subiyanto, Subowo. 2003. *Pengaruh Temperatur Sintering terhadap Sifat Mekanik Keramik Insulator Listrik*. Jurnal Teknik Mesin, volume 3 nomer 1 Januari 2003.
4. Kingrey, 1995. *Intruduction to Ceramic*. WD. John Willey & Son, New York.
5. Mostafa Roosta, Hamidreza Baharvandi, Hossien Abdizade. 2011. *The Effect of Using Nano ZrO₂ on The Properties of W-ZrC Composite Fabricated through Reaction Sintering*. New Journal of Glass and Ceramics, 2011, 1, 1-6.
6. McNamara, Edward P. Ceramic, Clay Products and Whitewares. volume 3. The Pennsylvania State Colage, Pennsylvania. 1947.
7. Reed, JS. 1995. *Introduction to the Principles of Ceramic Processing*, John Willey and Son, p.583-598.
8. Ramlan dan Akhmad Aminuddin Bama. (2011). *Pengaruh Suhu dan Waktu Sintering terhadap Sifat Bahan Porselin untuk Bahan Elektrolit Padat (Komponen Elektroik)*. Jurnal Penelitian Sains, volume 14 nomer 3 (B) 14305. Juli 2011.

**Justifikasi Anggaran Penelitian
Honor**

No	Jenis Pengeluaran	Vol	Harga Satuan (Rp)	Harga seluruhnya (Rp)
1	Honor Ketua	1	1.100.000	1.100.000
2	Honor Anggota	2	800.000	1.600.000
SUB TOTAL				2.700.000

Bahan Habis Pakai

No	Jenis Anggaran			Biaya yang diusulkan	
	ATK	Vol	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Harga Seluruhnya (Rp)
1	Bahan Habis ATK : Kertas A4	4	rim	40.000	160.000
2	Pulpen	2	bh	2.500	5.000
3	Pensil	2	bh	2.500	5.000
4	Penghapus pensil	2	bh	1.000	2.000
5	Stipo	2	bh	7.000	14.000
6	CD	10	Bh	2.000	20.000
7	Tempat CD	10	bh	1.000	10.000
8	Map Plastik	2	bh	5.000	10.000
9	Flasdisk	1	bh	100.000	100.000
10	Clay	5	kg	75.000	375.000
11	Kertas gosok grade 180	12	potong	10.000	120.000
12	Sewa Proses Sintering	1	dapur	1.500.000	1.500.000
13	Sewa tes uji abrasi	12	potong	100.000	1.200.000
SUB TOTAL					3.521.000

Perjalanan

No	Jenis Pengeluaran	Vol	Harga Satuan (Rp)	Harga seluruhnya (Rp)
1	Transport Singaraja-Gianyar PP	20	100.000	2.000.000
SUB TOTAL				

Biaya Lain-lain

No	Jenis Pengeluaran	Vol	Harga Satuan (Rp)	Harga seluruhnya (Rp)
	Seminar dan monev internal	1	300.000	300.000
	Administrasi	1	250.000	250.000
	PenerbitanJurnal	1	300.000	300.000
SUB TOTAL				1.150.000

REKAPITULASI BIAYA PENELITIAN

No	Jenis Pengeluaran	Biaya yang diusulkan (Rp)
1	Honor	2.700.000
2	Bahan Habis Pakai	3.521.000
3	Perjalanan	2.000.000
4	Biaya Lain-lain	1.150.000
Total Anggaran Keseluruhan		9.371.000

Susunan Organisasi, Tugas dan Pembagian Waktu Ketua dan Anggota Tim Peneliti.

No	Nama	Jabatan Dalam Tim	Tugas dalam TIM
	NIP	Alokasi Waktu, Jam/Minggu	
1	Gede Widayana, ST.MT.	Ketua Peneliti	Survey, mendapatkan izin meneliti, mencari bahan, melakukan penelitian, menyusun laporan.
	197301102006041002	24 jam	
2	I Nyoman Pasek Nugraha, S.T., M.T.	Anggota Peneliti	Melakukan penelitian, menyusun laporan, mencetak laporan.
	197707212006041001	18 jam	
3	Nyoman Arya Wigraha, ST.MT.	Anggota Peneliti	Mencari bahan, melakukan penelitian, menyusun laporan.
	197312052006041001	18 jam	

BIODATA KETUA

1. Identitas Diri

1	Nama Lengkap(dg gelar)	Gede Widayana, ST.MT.
2	Jenis Kelamin	Laki-laki
3	Jabatan Fungsional	Asisten Ahli
4	NIP	197301102006041002
5	Tempat, Tanggal lahir	Singaraja, 10 Januari 1973
6	Alamat Rumah	Jl. Skip 18 Singaraja
7	No Telp	21529
8	No HP	085646934402
9	Alamat Kantor	Kampus Tengah Undiksha Jl.Udayana Singaraja
10	No Telpon	
11	Alamat e-mail	<u>Widayana_1@yahoo.co.id</u>

2.Riwayat Pendidikan

1.Program	S1	S2	S3
2>Nama PT	ITS Surabaya	ITS Surabaya	
3.Bidang Umu	Teknik Mesin	Teknik Mesin	
4.Tahun Masuk	1998	2008	
5.Tahun Lulus	2002	2010	
6.Judul Skripsi/Tesis/Disertasi	Studi Eksperimental Medan Aliran Hilir Dibelakang Internal Flow Double Skewed Wall Cylinder.	Stud Eksperimental dan Numerik Aliran Dua Fase Melewati Elbow 30 dari Pipa Vertikal Menuju Pipa dengan sudut Kemiringan 60.	
7>Nama Pembimbing	Prof.Dr.Ing. Herman Sasongko	Prof.Dr.Ir.Triyogi Yuwono,DEA	

3.Pengalaman Penelitian

No	Tahun	Judul Penelitian	Perencanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1	2011	Pengembangan Simulasi Binary Tree berbasis CAI Untuk Pembelajaran Matematika Diskrit.	DIPA Lembaga	15 jt

4.Pengalaman Penulisan Artikel Ilmiah dalam Jurnal

No	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Volume/Nomer	Nama Jurnal
1	2010	Bio-Diesel Dari Tanaman Jarak Pagar Sebagai Bahan Bakar Pengganti Solar.	Vol.7,no.2, Juli 2010	Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan.

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila dikemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima resikonya.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi persyaratan dalam pengajuan proposal penelitian institusional pemula tahun 2013.

Bersama ini pula saya menyatakan kesiapan untuk mengerjakan penelitian ini hingga selesai, apabila usulan ini dinyatakan layak untuk dibiayai.

Singaraja, 1 September 2012

Pengusul,

Gede Widayana,ST.MT.

NIP. 197301102006041002

BIODATA ANGGOTA

1. Identitas Diri

1	Nama Lengkap(dg gelar)	I Nyoman Pasek Nugraha, S.T., M.T.
2	Jenis Kelamin	Laki-laki
3	Jabatan Fungsional	Asisten Ahli
4	NIP	197707212006041001
5	Tempat,Tanggal lahir	Denpasar, 21 Juli 1977
6	Alamat Rumah	Jl. Akasia II No. 9 Denpasar
7	No Telp	0361-262939
8	No HP	08123963789
9	Alamat Kantor	Kampus Tengah Undiksha Jl.Udayana Singaraja
10	No Telpon	
11	Alamat e-mail	paseknugraha@yahoo.com

2.Riwayat Pendidikan

1.Program	S1	S2	S3
2>Nama PT	Universitas Udayana	Universitas Gadjah Mada	
3.Bidang Umu	Teknik Mesin	Teknik Mesin	
4.Tahun Masuk	1997	2004	
5.Tahun Lulus	2003	2006	
6.Judul Skripsi/Tesis/Disertasi			
7>Nama Pembimbing			

3.Pengalaman Penelitian

No	Tahun	Judul Penelitian	Perencanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)

4.Pengalaman Penulisan Artikel Ilmiah dalam Jurnal

No	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Volume/Nomer	Nama Jurnal

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila dikemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima resikonya.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi persyaratan dalam pengajuan proposal penelitian institusional pemula tahun 2013.

Bersama ini pula saya menyatakan kesiapan untuk mengerjakan penelitian ini hingga selesai, apabila usulan ini dinyatakan layak untuk dibiayai.

Singaraja, 1 September 2012

Pengusul,

I Nyoman Pasek Nugraha, S.T., M.T.

NIP. 197707212006041001

BIODATA ANGGOTA

1. Identitas Diri

1	Nama Lengkap(dg gelar)	Nyoman Arya Wigraha, S.T., M.T.
2	Jenis Kelamin	Laki-laki
3	Jabatan Fungsional	Asisten Ahli
4	NIP	197312052006041001
5	Tempat, Tanggal lahir	Singaraja, 5 Desember 1973
6	Alamat Rumah	Jl. Acarya Graha 11 Singaraja
7	No Telp	0362 – 21964
8	No HP	081338327235
9	Alamat Kantor	Kampus Tengah Undiksha Jl.Udayana Singaraja
10	No Telpon	
11	Alamat e-mail	Arya_wigraha@yahoo.co.id

2. Riwayat Pendidikan

1. Program	S1	S2	S3
2. Nama PT	Universitas Brawijaya	Universitas Brawijaya	
3. Bidang Umu	Teknik Mesin	Teknik Mesin	
4. Tahun Masuk	1997	2008	
5. Tahun Lulus	2000	2010	
6. Judul Skripsi/Tesis/Disertasi			
7. Nama Pembimbing			

3. Pengalaman Penelitian

No	Tahun	Judul Penelitian	Perencanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)

4. Pengalaman Penulisan Artikel Ilmiah dalam Jurnal

No	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Volume/Nomer	Nama Jurnal

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila dikemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima resikonya.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi persyaratan dalam pengajuan proposal penelitian institusional pemula tahun 2013.

Bersama ini pula saya menyatakan kesiapan untuk mengerjakan penelitian ini hingga selesai, apabila usulan ini dinyatakan layak untuk dibiayai.

Singaraja, 1 September 2012

Pengusul,

Nyoman Arya Wigraha, ST., MT.

NIP. 197312052006041001

SURAT PERNYATAAN PEMBIMBING

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Dr. I Putu Suka Arsa,ST,MT.

NIP : 197009182001121001

Diangkat PNS : th 2001

Fakultas : FTK Undiksa

Alamat Rumah : Jl. Parkit 14 Singaraja

No. HP : 081558578879

Menyatakan untuk bersedia menjadi Pembimbing penelitian yang diusulkan oleh

Nama : Gede Widayana,ST.MT.

NIP : 197301102006041002

Jurusan : Teknik Elektronika

Fakultas : FTK Undiksha

Alamat Rumah : Jl.Skip 18 Singaraja .

No HP : 085646934402

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanggung jawab untuk dapat dipergunakan sebagai mana mestinya.

Singaraja, 1 September 2012

Yang Membuat Pernyataan

Dr. I Putu Suka Arsa,ST,MT.

NIP. 197009182001121001

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Gede Widayana, ST.MT.

NIP : 197301102006041002

NIDN : 0010017304

Pangkat/Golongan : Asisten Ahli/ IIIa.

Alamat : Jl.Skip 18 Singaraja

Dengan ini menyatakan bahwa proposal penelitian saya yang berjudul Pengaruh Variasi Temperatur Sintering Terhadap Umur Tanur Pada Industri Kerajinan Gong di Gianyar yang diusulkan dalam skim Penelitian Dosen Pemula TA 2013 bersifat original dan belum pernah dibiayai pada skim lain dan atau oleh lembaga/sumber dana lain.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan mengembalikan seluruh biaya penelitian yang sudah diterima ke kas Negara.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Singaraja, 1 September 2012

Mengetahui,

Yang Menyatakan,

Ketua Dekan FTK Udiksha

(Dra. I D A Md Budhyani, M.Pd)

(Gede Widayana,ST.MT)

NIP.196501261992112001

NIP.197301102006041002