

## Perubahan Kekuatan Impact Paduan Cu-Sn pada Proses Pengecoran Genta dengan Bahan Refractory yang Berbeda

I Made Gatot Karohika, I Nym Gde Antara

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Udayana  
Kampus Bukit Jimbaran, Bali  
md\_gatot@yahoo.com

### Abstrak

Genta merupakan salah satu alat keagamaan para pemuka agama Hindu. Genta biasanya terbuat dari perunggu. Proses pembuatan genta di Bali menggunakan metode investement casting yang sangat sederhana dan dipelajari secara turun temurun. Dimana proses pembuatannya menggunakan bahan refraktori berupa tanah liat. Dewasa ini bahan refraktori tidak hanya berupa tanah liat saja, salah satu bahan refraktori yang paling sering digunakan adalah gipsum, gipsum memiliki sifat mekanis yang hampir sama dengan tanah liat yaitu tahan pada temperatur tinggi. Karena memiliki kesamaan tersebut penulis mengambil topik "Perubahan Kekuatan Impact Paduan Cu-Sn Pada Proses Pengecoran Genta Dengan Bahan Refractory Yang Berbeda". Penelitian ini dilakukan pada bahan perunggu (umumnya 80%Cu-20%Sn) yang biasanya digunakan oleh pengrajin dan dilakukan pengecoran dengan 2 bahan refraktori yang berbeda. Pengujian dilakukan dengan alat uji impact untuk mengetahui berapa kekuatan impact yang dihasilkan, selain itu pengujian juga menggunakan alat mikroskop optik yang gunanya untuk menganalisa patahan yang terjadi. Data hasil pengujian kemudian diolah dan dianalisa untuk dapat mengetahui perbedaan kekuatan impact yang terjadi akibat bahan refraktori yang berbeda. Dari hasil penelitian didapat bahwa paduan perunggu yang menggunakan bahan refractory dari tanah liat memiliki kekuatan impact  $2,631 \text{ Nm/cm}^2$ , persentase shear lip 8.13%, dan ekspansi lateral 0.69 mm sedangkan paduan perunggu yang menggunakan bahan cetakan dari gipsum  $2,238 \text{ Nm/cm}^2$  persentase shear lip 7.07%, dan ekspansi lateralnya 0.58 mm

**Kata kunci :** Perunggu, Refractori, Kekuatan Impact

### Pendahuluan

Genta merupakan salah satu sarana yang biasanya digunakan oleh para pemuka agama (Pendeta, Pemangku) Hindu. Biasanya digunakan sebagai sarana/alat persembahyangan untuk memimpin persembahyangan hindu. Karena pentingnya dari kegunaan genta tersebut maka para pemuka agama akan berusaha untuk memilikinya.

Dalam prosesnya pembuatan genta para pengrajin di bali masih menggunakan cara tradisional, yang mereka dapatkan secara turun menurun menggunakan metode *investment casting*, dimana mereka membuat genta menggunakan bahan perunggu dari pecahan gamelan yang telah rusak, yang biasanya komposisi gamelan tersebut berkisar 80% Cu 20% Sn, prosesnya terbilang sederhana dan dilakukan secara manual sepengetahuan pengrajin. Adapun prosesnya sebagai berikut, pertama – tama lilin dibentuk hingga menyerupai model yang diinginkan, kemudian model lilin tersebut dibungkus dengan menggunakan tanah liat, setelah terbungkus cetakan tanah liat tadi dipanaskan untuk mengeluarkan lilinnya sehingga timbul rongga didalam cetakan. Sebelum cetakan dituangkan logam cair cetakan dipanaskan terlebih dahulu agar memudahkan logam cair mengisi rongga

cetakan dan cetakan tidak pecah karena menerima panas dari logam cair tersebut. Bahan perunggu dari pecahan gamelan dilebur dalam tungku hingga logam menjadi cair, setelah itu barulah logam cair dituangkan kedalam cetakan, cetakan dipecahkan barulah didapatkan hasil corannya.

Dilihat dari proses pembuatannya, pengrajin menggunakan bahan *refractory* berupa tanah liat, tanah liat ini mereka dapatkan dari kawasan sekitar mereka. Sebelumnya para pengrajin belum pernah menggunakan bahan *refractory* lain selain tanah liat pada proses pengecoran genta. ini dikarenakan ketidak tahuhan bagaimana cara pembuatan cetakannya jika menggunakan bahan lain semisal gipsum. Gipsum dan tanah liat merupakan bahan refraktori yang digunakan untuk membuat cetakan pada proses *investment casting*. dari sifat mekanisnya keduanya memiliki sifat tahan pada suhu tinggi dan sangat cocok jika digunakan sebagai cetakan untuk coran perunggu, selain itu keduanya menggunakan campuran air sebagai bahan perekat karena mereka memiliki karakteristik daya tarik menarik dengan air. Karena memiliki persamaan tersebut penulis menggunakan bahan *refractory* gipsum sebagai pembanding untuk mengatahui adakah perubahan sifat mekanis bahan hasil coran

tersebut terutama pada kekuatan *impact* dari bahan tersebut.

Kekuatan *impact* merupakan salah satu sifat mekanik yang dimiliki oleh material, beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan *Impact* diantaranya laju rengangan tinggi (benturan) dan efek konsentrasi tegangan berupa takikan atau retakan. Hal-hal tersebut cenderung akan menimbulkan perpatahan. Untuk mengetahui kekuatan *impact* dari suatu material maka perlu diadakan pengujian yaitu uji *impact*. Pengujian impact adalah sebuah metode untuk mengevaluasi kekuatan *impact* dari suatu bahan dan saat ini secara kontinyu digunakan sebagai metode kontrol kualitas ekonomis untuk memperkirakan sesitifitas dan kekuatan *impact* dari bahan – bahan teknik.

Setelah dilakukan wawancara dengan pengrajin genta didapati permasalahan umum yang terjadi adalah genta tersebut sangat rapuh dan mudah pecah. Untuk mengetahui sejauh mana perbedaan bahan *refractory* terhadap perubahan sifat – sifat bahan terutama kekuatan *impact* maka perlu dilakukan pengujian bahan dengan menggunakan uji *impact*.

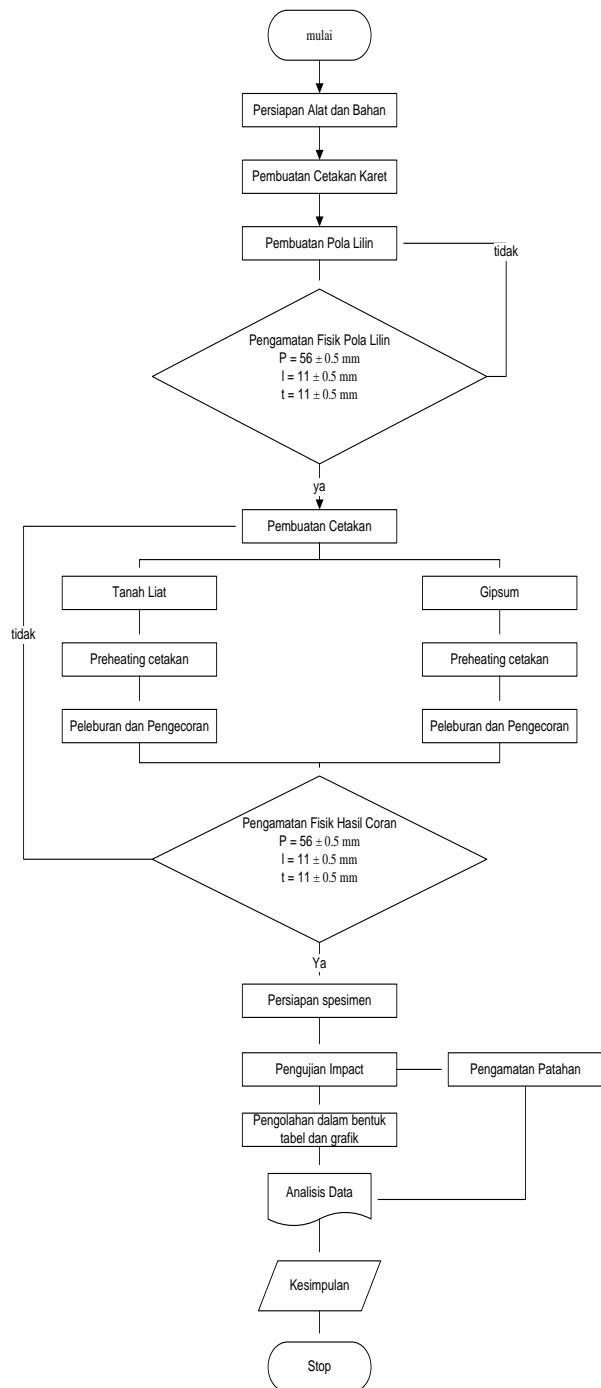
Bertolak dari pemikiran diatas, penulis ingin meneliti sejauh mana perubahan kekuatan *impact* paduan Cu-Sn pada proses pengecoran genta dengan bahan *refractory* yang berbeda

Agar penelitian menjadi terarah dan dapat memberikan penjelasan analisa terhadap permasalahan yang dibahas, dengan ini diberikan batasan masalah yaitu penelitian dilakukan dengan komposisi paduan (bahan) yang sama seperti yang digunakan oleh pengrajin, proses penggerjaan dari pencampuran logam dan peleburan untuk pengecoran tidak diperhitungkan, dengan asumsi perlakuan yang diterima seluruh sampel adalah sama, tidak memperhitungkan kualitas dari frekuensi bunyi

## Metoda Eksperimen & Fasilitas Yang Digunakan

Lingkup penelitian dipilih sesuai dengan komposisi paduan yang digunakan oleh pengrajin genta (80%Cu-20%Sn) / bahan yang sama digunakan oleh pengrajin. Variasi bahan *refractory* yang digunakan adalah tanah liat seperti yang digunakan oleh pengrajin dan gipsum sebagai bahan pembanding yang dipilih oleh penulis.

Adapun prosedur penelitian yang dilaksanakan ditunjukkan pada gambar sebagai berikut :



Gambar 1. Bagan langkah penelitian

## Hasil dan Pembahasan

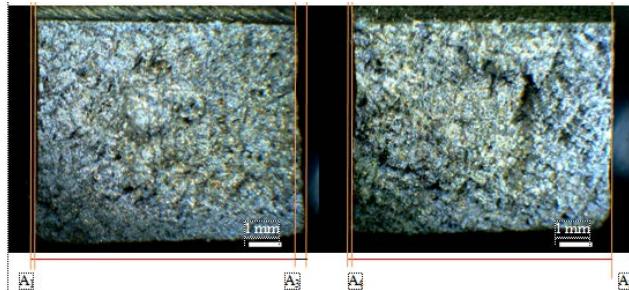
Data hasil perhitungan untuk spesimen uji *impact* dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 1. Hasil uji impact**

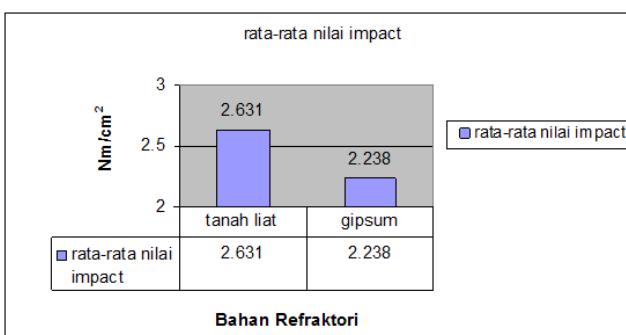
Bahan Investmen	no	$S_o$ (cm <sup>2</sup> )	$\alpha$ (°)	$\beta$ (°)	$A_k$ (Nm)	$K_c$ (Nm /cm <sup>2</sup> )	Rata-rata (Nm /cm <sup>2</sup> )
Tanah liat	1	0,808	144,5	143,2	2,490	3,082	2,631
	2	0,7979	144,5	143,5	1,912	2,396	
	3	0,792	144,5	143,5	1,912	2,414	
gipsum	1	0,80	144,5	143,7	1,529	1,911	2,238
	2	0,80	144,5	143,5	1,912	2,390	
	3	0,792	144,5	143,5	1,912	2,414	

$$Sf(\%) = \frac{So - ca}{So} \times 100\%$$

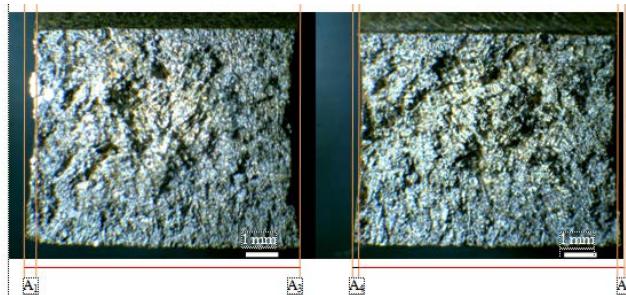
$$Sf(\%) = \frac{0.8\text{cm}^2 - (0,941 \cdot 0,781)\text{cm}^2}{0.8\text{cm}^2} \times 100\% = 8.13\%$$



Gambar 5. Permukaan Patahan Perunggu Dengan Cetakan Bahan Gipsum Dengan Pembesaran 10x

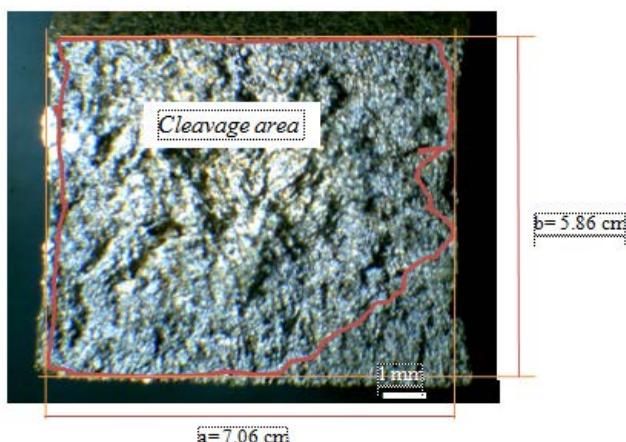


Gambar 2. Grafik Hasil Uji Nilai Kekuatan Impact

**Analisa Patahan**

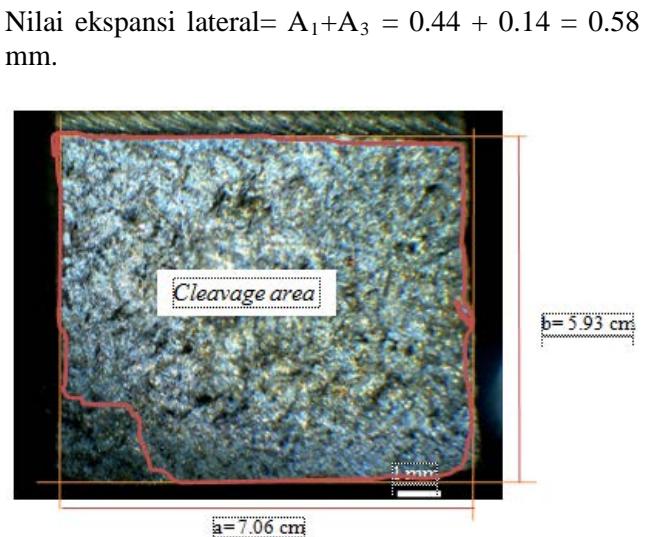
Gambar 3. Permukaan Patahan Perunggu Dengan Bahan Cetakan Tanah Liat Dengan Pembesaran 10x

Skala 1mm = 0.62 cm

Nilai ekspansi lateral=  $A_1+A_4 = 0.45 + 0.24 = 0.69$  mm.

Gambar 4. Permukaan Patahan Perunggu Dengan Bahan Cetakan Tanah Liat Dengan Pembesaran 10x Dan Menghitung Shear area

Percentase shear area dapat dihitung menggunakan rumus

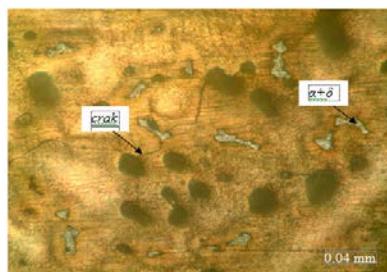


Gambar 6. Permukaan Patahan Perunggu Dengan Cetakan Bahan Gipsum Dengan Pembesaran 10x Dan Penghitungan persentase Shear area

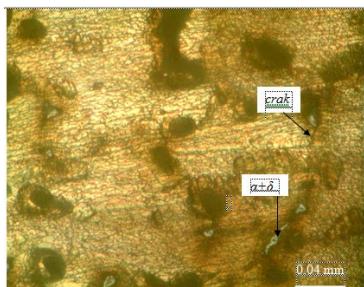
Daerah shear area dapat dihitung menggunakan rumus

$$Sf(\%) = \frac{So - ca}{So} \times 100\%$$

$$Sf(\%) = \frac{0.8\text{cm}^2 - (0,941 \cdot 0,79)\text{cm}^2}{0.8\text{cm}^2} \times 100\% = 7,07\%$$

**Struktur Mikro**

Gambar 7. Struktur Mikro Perunggu Dengan Refractory Dari Bahan Tanah Liat Dengan Pembesaran 400x



Gambar 8. Struktur Mikro Perunggu Dengan Refractory Dari Bahan Cetakan Gipsum Dengan Pembesaran 400x.

Dari hasil pengamatan grafik pada pengujian *impact* diatas terlihat nilai kekuatan *impact* dengan menggunakan *refractory* dari bahan tanah liat adalah sebesar  $2,631 \text{ Nm/cm}^2$  sedangkan yang menggunakan *refractory* dari bahan gipsum memiliki nilai *impact* sebesar  $2,238 \text{ Nm/cm}^2$ . Ekspansi lateral perunggu yang di cor menggunakan *refractory* dari bahan tanah liat memiliki nilai ekspansi lateral  $0.69 \text{ mm}$  sedangkan untuk perunggu yang di cor menggunakan *refractory* dari bahan gipsum memiliki nilai ekspansi lateral sebesar  $0.58 \text{ mm}$ . persentase *shear area* untuk perunggu cor menggunakan *refractory* dari bahan tanah liat adalah sebesar  $8.13\%$  lebih besar daripada perunggu cor menggunakan *refractory* dari bahan gipsum dimana memiliki persentase *shear area* sebesar  $7.07\%$ . Ini berarti dengan nilai kekuatan *impact* yang tinggi mengakibatkan ekspansi lateral yang tinggi pula. Daerah yang agak cerah merupakan daerah dari getasnya material (*cleavage area*) sedangkan permukaan yang agak gelap merupakan daerah patahan geser (*shear area*), semakin kecil persentase *shear area* maka daerah cleavage area makin besar sehingga material tersebut mudah patah dan memiliki kekuatan *impact* yang sangat kecil

Disini penulis mencoba menambahkan analisa struktur mikro yang terjadi pada kedua paduan diatas. Phase  $\alpha+\delta$  pada paduan perunggu yang dibuat dengan menggunakan bahan refraktori tanah liat lebih terlihat banyak dari pada gipsum. Dari segi bentuk butir phase, perunggu yang menggunakan bahan refraktori tanah liat dan gipsum memiliki bentuk butir yang hampir sama, untuk porositas terlihat perunggu yang menggunakan cetakan dari bahan tanah liat terlihat kecil-kecil dan hampir seragam sedangkan untuk bahan gipsum memiliki porositas yang lumayan besar, cacat porositas pada cetakan dapat terbentuk dikarena pada saat proses penuangan logam cair udara tidak sempat keluar dari dalam cetakan sehingga udara tersebut terperangkap dan menimbulkan porositas. Mikro crak pada perunggu yang di cor menggunakan *refractory* dari bahan tanah liat terlihat panjang, mikro crak yang terjadi dapat menurunkan kekuatan *impact*. Phase  $\alpha+\delta$  ini terjadi ketika logam yang memiliki titik cair yang tinggi mulai membeku logam dengan titik cair rendah masih

mencair dan mulai mengendap ke sisi luar phase  $\alpha$ . Saat sudah mencapai titik beku dari logam yang titik cairnya rendah terbentuklah phase  $\alpha+\delta$  pada garis batas phase  $\alpha$ . Pada gipsum phase  $\alpha+\delta$  tidak terlihat ini dikarenakan pada batas butir timbul porositas yang cukup besar sehingga yang seharusnya terbentuk phase  $\alpha+\delta$  tidak jadi atau ditutupi oleh porositas itu sendiri, dengan porositas material yang besar – besar dapat menurunkan kekuatan *impact* dari suatu material tersebut.

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan kekuatan *impact* paduan perunggu yang menggunakan bahan cetakan dari tanah liat adalah  $2,631 \text{ Nm/cm}^2$  lebih tinggi dibandingkan paduan perunggu yang menggunakan bahan cetakan dari gipsum  $2,238 \text{ Nm/cm}^2$ .
2. Dari pengamatan patahan didapatkan ekspansi lateral cetakan dari tanah liat memiliki nilai ekspansi lateral  $0.69 \text{ mm}$  sedangkan untuk perunggu yang di cor menggunakan cetakan gipsum memiliki nilai ekspansi lateral sebesar  $0.58 \text{ mm}$ . Daerah yang terlihat lebih cerah merupakan daerah getas dari suatu material (*cleavage area*), sedangkan daerah yang berwarna agak gelap merupakan daerah liat suatu material kerena bentuknya yang berserat dan menyerap cahaya (*shear area*). Persentase *shear area* untuk perunggu yang menggunakan cetakan tanah liat adalah sebesar  $8.13\%$  lebih besar daripada perunggu yang menggunakan cetakan gipsum dimana memiliki persentase *shear area* sebesar  $7.07\%$  dengan semakin tinggi kekuatan *impact* ekspansi lateral yang terjadi semakin tinggi, persentase *cleavage area* yang besar dari pada *shear area* menandakan material tersebut adalah getas
3. Phase  $\alpha+\delta$  pada paduan perunggu yang dibuat dengan menggunakan bahan refraktori tanah liat lebih terlihat banyak dari pada gipsum. Dari segi bentuk butir phase, perunggu yang menggunakan bahan refraktori tanah liat dan gipsum memiliki bentuk butir yang hampir sama, untuk porositas terlihat perunggu yang menggunakan cetakan dari bahan tanah liat terlihat kecil-kecil dan hampir seragam sedangkan untuk bahan gipsum memiliki porositas yang lumayan besar. Selain porositas mikro crak yang terjadi dapat menurunkan kekuatan *impact*.

## DAFTAR PUSTAKA

ASTM, *Standart Test Methods For Notched Bar Impact Testing Of Metalic Materials*, ASTM International, United States

Bayne, S.C. (2009), 'CAST and DIE STONE (Gypsum Products)', Department of Operative Dentistry School of Dentistry University of North Carolina Chapel Hill, NC 27599-7450 (<http://www-personal.umich.edu/~sbayne/dental-materials/Die-Stone-PPT-SS.pdf>), (02 Desember 2009)

Bowles, J.E. (1991), *Sifat - Sifat Fisis Dan Geoteknis Tanah*, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta

Dieter, G.E. (1992), *Metalurgi Mekanik*, edisi ketiga, alih bahasa Ir. Ny Sriati Djaprie M.E.M.Met, Erlangga, Jakarta.

Neely, J.E.B. Thomas J. (2007), *Practical Metallurgy and Materials of Industry, sixth Edition.*

Scott, D.A. (1991) *Metallography And Microstructure Of Ancient And Historic Metals*, Singapore

Subawa, N.M.R.C. (2006) *Investment Casting Pada Pembuatan Kerajinan Perak Di Desa Celuk*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Udayana, Denpasar – Bali.

Sugita, I.M.S (2009). *Pengaruh Tingkat Deformasi Dan Variasi Media Pendingin Terhadap Sifat Kekerasan Dan Kekuatan Impact Material Perunggu Gambelan*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Udayana, Denpasar – Bali

Surdia, T. dan Saito, S. (2000), *Pengetahuan Bahan Teknik*, edisi kelima, Pradnya Paramita, Jakarta

Vlack, V. (1986), *Ilmu dan Teknologi Bahan*, edisi empat, alih bahasa Ny Sriati Djaprie, Erlangga, Jakarta.