

## Studi Pengaruh Penambahan Nikel pada *Sterling Silver* Terhadap Cacat *Blowhole* dan Porositas pada *Investment Casting*

**Soejono Tjitro, Ricky Ongkowiharjo**

Jurusian Teknik Mesin – Universitas Kristen Petra

Jl. Siwalankerto 142-144, Surabaya 60236

Email: stjitro@peter.petra.ac.id

### Abstrak

*Sterling silver* adalah bahan alternatif untuk perhiasan perak. Perhiasan perak banyak diproduksi dengan *investment casting*. Akan tetapi, dalam produksinya, masih sering dijumpai cacat *blowhole* dan cacat porositas. Penyebab utamanya antara lain terurainya bahan cetakan gypsum (*calsium karbonat*) menjadi gas. Ketidak stabilan ini dipicu oleh keberadaan senyawa tembaga oksida (*CuO*) pada cairan logam. Penambahan Ni pada pengecoran *sterling silver* mampu mengurangi terjadinya oksidasi Cu menjadi *CuO*. Makalah ini mempelajari pengaruh penambahan Ni terhadap cacat *blowhole* dan porositas perhiasan perak (*sterling silver*) pada *investment casting*.

Tiga jenis ingot dipersiapkan untuk membuat masing-masing spesimen A, B dan C. Spesimen A berasal dari ingot yang memiliki komposisi 92,5% Ag dan 7,5% Cu. Sedangkan spesimen B dan spesimen C masing-masing memiliki komposisi 92,5% Ag, 6,25% Cu, 1,25% Ni dan 92,5% Ag, 5% Cu, 2,5% Ni. Bentuk spesimen adalah berbentuk gelang. Cacat *blowhole* dan porositas diidentifikasi secara visual. Data uji EDX digunakan untuk mengetahui keberadaan senyawa *CuO* pada spesimen.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa spesimen A masih ada cacat porositas dan *blowhole*. Sedangkan spesimen B memperlihatkan bahwa cacat porositas tidak ada dan jumlah cacat *blowhole* relatif lebih sedikit dibandingkan dengan spesimen A. Pada spesimen C, yaitu penambahan 2,5% Ni tidak ditemukan adanya kedua cacat tersebut di atas.

Kata kunci: *sterling silver*, *blowhole*, *porositas*, *investment casting*

### Pendahuluan

Logam perak sudah lama dikenal dan diaplikasikan pada produk-produk aksesoris (*silverware*) maupun perhiasan (*jewelry*). Pada saat ini, jumlah pemakai perhiasan perak cenderung meningkat. Hal ini dikarenakan harga perak jauh lebih murah dibandingkan dengan harga emas per *tray-ounces*-nya. Proses pengolahan perak menjadi perhiasan dapat dilakukan baik secara pembentukan (*forming*) maupun secara pengecoran. Sebagian besar proses pengolahan perhiasan perak dikerjakan dengan *investment casting*.

*Sterling silver* adalah paduan untuk bahan perhiasan perak dengan komposisi 92,5% Ag dan 7,5% Cu (Roche, 2005). Unsur Cu ditambahkan pada perhiasan perak dengan tujuan untuk meningkatkan kekuatan dan kekerasan perhiasan karena perak murni terlalu lunak untuk dijadikan sebagai perhiasan. Permasalahan yang sering dijumpai dalam pengecoran perak adalah permukaan coran teroksidasi, timbulnya cacat porositas gas (Ott, 1997). Proses oksidasi pada perhiasan perak terutama terjadi pada saat peleburan. Hal ini disebabkan adanya tembaga (Cu) pada *sterling silver* yang memiliki kecenderungan teroksidasi (Rotheram, 1999). Ada keterkaitan antara terjadinya cacat porositas dan *blow-hole* dengan keberadaan tembaga oksida pada proses *investment casting* (Tjitro, 2003). Dilain pihak, cacat porositas gas atau *blow-hole* yang terjadi pada permukaan perhiasan, sebagian perhiasan dapat dikerjakan ulang (*rework*) dengan mesin dan sebagian lagi harus dilebur kembali. Hal ini merupakan kerugian proses produksi.

Logam nikel (Ni) merupakan logam yang putih yang memiliki ketahanan oksidasi lebih baik dibandingkan logam tembaga (Cu). Logam Ni pernah diaplikasi dalam pembuatan perhiasan emas.

Penambahan nikel (Ni) pada peleburan perak sudah pernah dilakukan. Penambahan Ni lebih dari 1% dapat meningkatkan kekerasan perak. Namun, jika kadar Ni lebih dari 2,5 %, penggunaan perhiasan perak akan menimbulkan *allergy dermatitis* (Rotheram, 1999; Rushforth, 2000). Beberapa kasus di Eropa, dijumpai bahwa 10-15% wanita dan 2% pria mengalami alergi kulit terhadap paduan yang mengandung Ni (Rotheram, 1999; Rushforth, 2000; Corti, 2000). Untuk melindungi konsumen pengguna perhiasan, beberapa negara Eropa membuat peraturan mengenai pemakaian Ni dalam perhiasan yang dikenal dengan *The Nickel Directive Legislation* (Rotheram, 1999).

Tujuan penelitian ini adalah mengamati pengaruh penambahan Ni pada pengecoran *steling silver* dengan *investment casting* terhadap cacat porositas maupun cacat *blow-hole*. Manfaat penelitian ini diharapkan dapat mengurangi biaya proses produksi di industri perhiasan perak.

### Metodologi Penelitian

Penelitian ini membuat 3 jenis sampel spesimen untuk mengamati pengaruh Ni terhadap cacat *blowhole* dan porositas. Masing-masing sampel spesimen dibedakan atas kode A, B dan C dengan komposisi masing-masing spesimen diperlihatkan pada tabel 1. Bentuk sampel yang dipilih adalah bentuk gelang dan dikerjakan dengan *investment casting* dengan masing-masing sampel spesimen dibuat 5 replikasi.

Tabel 1. Pengkodean dan Komposisi Sampel Spesimen

Sampel	Komposisi (%)		
	Ag	Cu	Ni
A	92.50	7.50	0.00
B	92.50	6.25	1.25
C	92.50	5.00	2.50

Seperti lazimnya proses *investment casting*, pola coran dibuat dari bahan lilin (*wax*). Kemudian pola bahan lilin ini disusun satu dengan yang lain hingga terbentuk seperti tandan pisang (gambar 1). Setelah itu, proses ini dilanjutkan persiapan pembuatan cetakan coran dari bahan gypsum.



Gambar 1. Pola lilin yang sudah digabungkan dengan pola lilin lainnya

Bahan gypsum yang sudah diencerkan dituangkan ke dalam pola lilin yang diselimuti dengan dinding silinder seperti pada gambar 2. Setelah itu, cetakan gypsum di-oven pada temperatur 150°C selama 90 menit. agar air pada gypsum diuapkan semua serta juga untuk mengeluarkan cairan lilin dari cetakan gypsum (*dewaxing*).



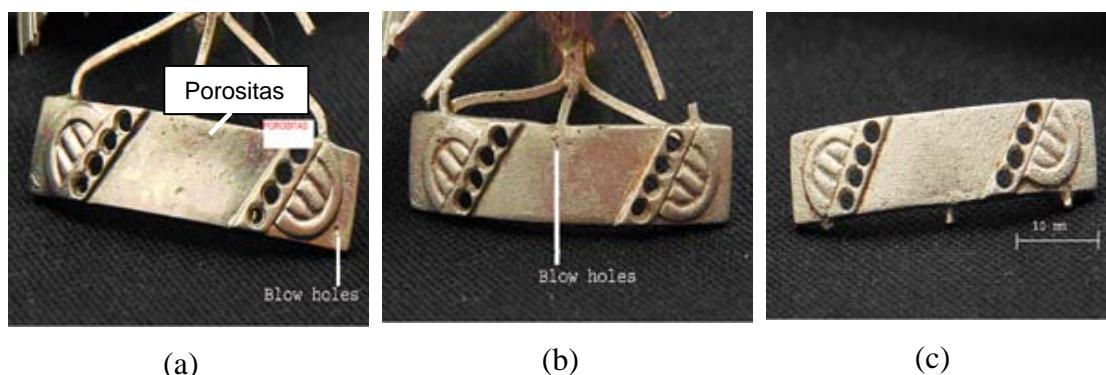
Gambar 2. Pola lilin yang siap dituang dengan larutan gypsum

Proses *dewaxing* dilanjutkan dengan proses pengerasan cetakan gypsum dimana cetakan gypsum dipanaskan selama 12 jam sebelum cetakan siap dituangkan dengan cairan logam. Proses penuangan cairan logam ke saluran masuk cetakan gypsum dibantu dengan mesin sentrifugal. Temperatur tuang yang digunakan 1000 °C.

Untuk mengeluarkan produk coran (sampel spesimen), cetakan gypsum dihancurkan. Sampel spesimen dibersihkan dan permukaan sampel diamati secara visual untuk mengidentifikasi cacat *blowhole* maupun cacat porositas secara kualitatif. Data uji EDAX dilakukan untuk membantu dalam analisis.

### Hasil dan Pembahasan

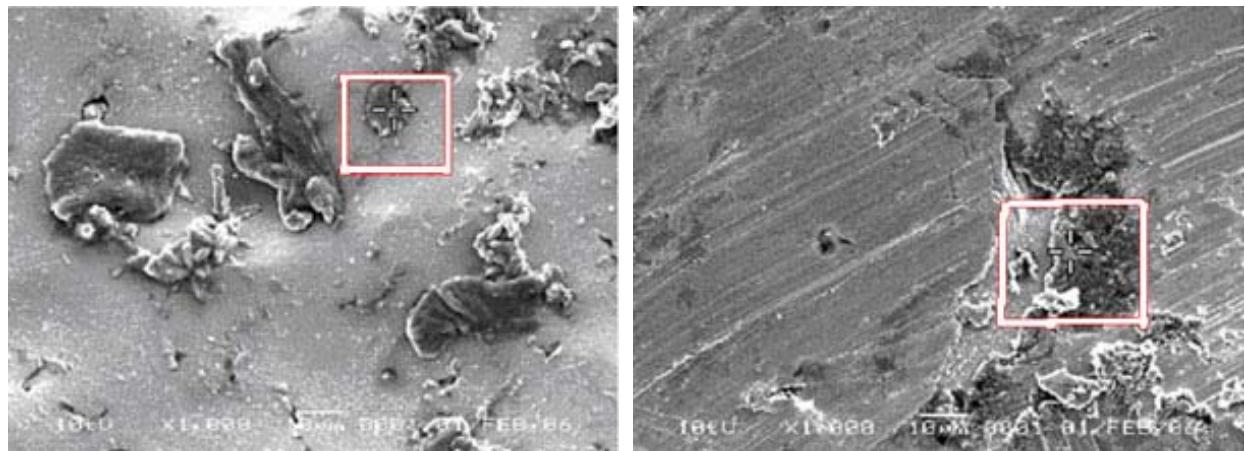
Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel spesimen yang mengandung Ni tidak terjadi cacat porositas (Gambar 3b dan Gambar 3c). Penambahan 2,5% Ni mampu mengeliminir cacat *blowhole* pada sampel spesimen (Gambar 3c).



Gambar 3. Sampel spesimen

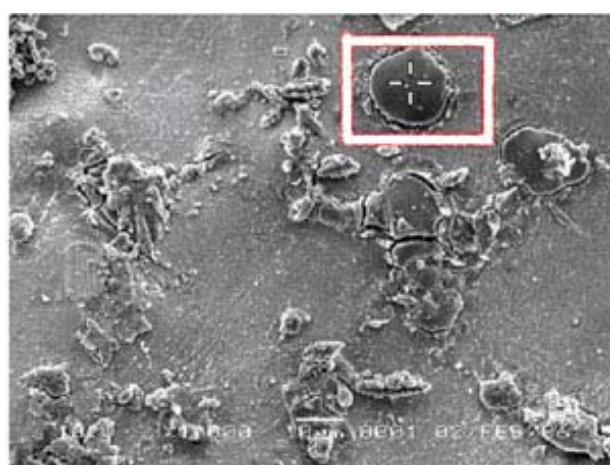
(a) tanpa penambahan Ni, (b) penambahan 1,25% Ni, (c) penambahan 2,5% Ni

Hasil Uji SEM (Gambar 4) dan EDAX (tabel 2) menunjukkan bahwa CuO yang terbentuk paling banyak pada sampel spesimen A. Namun, untuk sampel spesimen C diyakini bahwa CuO yang terbentuk jauh lebih sedikit daripada yang ditunjukkan pada tabel 2, jika *spot* (noktah yang dibatasi dengan bentuk segiempat) yang diambil tidak warna gelap seperti pada gambar 4a dan 4b.



(a)

(b)



(c)

Gambar 4. Hasil uji SEM sampel spesimen (Ongkowiharjo, 2006):  
(a) tanpa penambahan Ni, (b) penambahan 1,25% Ni, (c) penambahan 2,5% Ni

Tabel 2. Hasil uji EDAX sampel spesimen (Ongkowiharjo, 2006)

Sampel	Kandungan (% Berat)		
	NiO <sub>(s)</sub>	CuO <sub>(s)</sub>	Ag <sub>2</sub> O <sub>(s)</sub>
Spesimen A	-	32,35	-
Spesimen B	64,43	16,09	2,66
Spesimen C	21,44	42,85	1,19

Adanya senyawa CuO pada cairan logam *sterling silver* mengakibatkan gypsum (calcium sulfat) mudah terurai meskipun temperatur tuang 1000 °C karena sifat gypsum tidak stabil dibawah 1300°C (Tjitro, 2003). Gas hasil uraian calcium sulfat, yaitu SO<sub>2</sub>, akan terperangkap dalam cetakan gypsum dan melepaskan gas O<sub>2</sub> selama proses pembekuan berlangsung. Gas-gas inilah yang menjadi penyebab cacat *blowhole* maupun porositas pada spesimen A (gambar 3a).

Pada spesimen B tidak dijumpai adanya cacat *blowhole* tetapi ada meskipun jumlah relatif tidak sebanyak cacat *blowhole* pada spesimen A (gambar 3b). Hal ini dapat dipahami bahwa senyawa CuO yang terbentuk selama peleburan lebih sedikit (tabel 2). Sebab unsur Ni lebih anodik dibandingkan unsur Cu sehingga unsur Ni lebih mudah bereaksi dengan O<sub>2</sub> menjadi NiO<sub>x</sub>. Karena senyawa NiO<sub>x</sub> ini ringan maka senyawa ini cenderung untuk naik dan melindungi permukaan cairan logam (Cu) untuk tidak berkontak langsung dengan udara (O<sub>2</sub>) sekitarnya. Oleh karena itu, diduga penambahan Ni pada peleburan *sterling silver* jumlahnya kurang mencukupi sehingga jumlah NiO<sub>x</sub> yang terbentuk tidak mampu melindungi seluruh permukaan cairan logam. Akibatnya senyawa CuO masih dijumpai pada spesimen B meskipun jumlahnya relatif berkurang. Meskipun jumlah CuO relatif berkurang, namun tetap membuat gypsum tidak stabil. Jumlah CuO yang relatif berkurang ini diduga juga berdampak terhadap kuantitas gas SO<sub>2</sub> yang diuraikan oleh gypsum. Sehingga kuantitas gas SO<sub>2</sub> ini berpengaruh terhadap kuantitas gas O<sub>2</sub> yang dilepaskan selama proses pembekuan. Pada akhirnya, semua ini menyebabkan kuantitas cacat yang terjadi pada spesimen B secara kualitatif menurun.

Jumlah Ni yang ditambahkan semakin banyak, maka peluang terjadinya cacat porositas dan cacat *blowhole* pada *sterling silver* semakin kecil. Hal ini ditunjukkan pada spesimen C dimana pada spesimen tidak dijumpai adanya cacat *blowhole* maupun cacat porositas. Cacat tersebut tidak ditemukan pada spesimen C diduga jumlah NiO<sub>x</sub> yang lebih besar berpengaruh terhadap menurunnya jumlah CuO yang terbentuk dibandingkan dengan spesimen B. Sehingga peluang gypsum terurai mengecil atau tidak terurai sama sekali.

### Kesimpulan

Penambahan Ni pada *sterling silver* mampu mengurangi terjadinya cacat porositas dan *blowhole* yang sering terjadi pada proses *investment casting*. Penambahan 2,5% Ni pada peleburan *sterling silver*, produk coran tidak ditemukan adanya cacat *blowhole* maupun cacat porositas.

### Daftar Pustaka

- Corti, C.W., 2000, The European Directive on Nickel in Jewelry, *Gold Technology* , (29), hal 32-34.  
Ongkowiharjo, R., 2006, Tugas Akhir: *Studi Pengaruh Penambahan Nikel terhadap Ketahanan Oksidasi dan Tarnishing Pengecoran Perak*, Universitas Kristen Petra, Surabaya.  
Ott, D., 1997, Handbook on Casting and Other Defects In Gold Jewelry Manufacture, *World Gold Council*, London.  
Rotheram, P., 1999, White Gold – Meeting The Demands of International Legislation, *Gold Technology*, (27), hal. 34-40.  
Rushforth, R., 2000, Don't Let Nickel Get under Your Skin – the European Experience, *Gold Technology*, (28), hal 2-10.

Tjitro, S., Agung, W.G., 2003, Penambahan Silikon untuk Memperbaiki Kekerasan Perhiasan Emas dengan Investment Lost Wax Casting, *Quality in Research*, Universitas Indonesia, 1-2 Oktober 2003, Jakarta.