

3. PROSES PENGECORAN EMAS

3.1 Proses – Proses Sebelum Pengecoran Emas

Persiapan-persiapan yang perlu dilakukan terlebih dahulu sebelum melakukan pengecoran emas yang menggunakan metode investment lost wax casting, seperti ;

1. Proses pembuatan master pola dari perak
2. Proses pembuatan cetakan karet melalui proses *vulkanisir*.
3. Proses pembuatan pola lilin dan pohon lilin.
4. Proses pembuatan cetakan gypsum.
5. Proses pengovenan cetakan gypsum
6. Proses persiapan raw material

Di dalam sub bab berikutnya akan dibahas tiap proses lebih detail.

3.1.1 Pembuatan Master Pola

Master pola terbuat dari perak dengan komposisi 90 % Ag dan 10 % Cu. Master ini dibuat oleh pengrajin yang seringkali disebut sebagai tukang mal. Bentuk, ukuran, dan desain ditentukan oleh seorang desainer kemudian diberikan kepada tukang mal untuk direalisasikan menjadi master pola.

Master pola harus dibuat dengan keahlian yang sangat baik dan diselesaikan dengan sempurna untuk mendapatkan hasil akhir yang baik. Permukaan master pola harus bebas dari tanda (mark), goresan atau lubang jarum. Hal ini sebaiknya diperiksa dengan menggunakan kaca pembesar, agar kerusakan yang kecil sekalipun dapat terdeteksi, dan semua kerusakan harus diperbaiki dengan sempurna. Kerusakan sekecil apapun pada permukaan master pola akan meningkat pada langkah-langkah selanjutnya.

Diameter, panjang, dan posisi dari lubang pemasukkan (gates) yang menempel pada model sangat penting untuk menghasilkan casting yang berkualitas tinggi : diameter lubang gates berkisar antara 1 sampai 3 mm. Posisi gates harus tepat dan pola aliran lilin dalam pola harus diperhatikan. Untuk

model-model yang besar, dua atau lebih gates dapat dipasang, tetapi diameter lubang yang lebih besar harus sama dengan penjumlahan dari diameter lubang lainnya. Sebagai contoh, jika menggunakan dua lubang gates berdiameter 1,5 mm, lubang utama harus berdiameter 3 mm.

3.1.2 Pembuatan Cetakan Karet

Cetakan karet berfungsi sebagai cetakan yang membentuk pola lilin sama seperti master pola. Karet yang digunakan dalam proses ini harus memiliki karakteristik seperti memiliki tingkat elastisitas dan kekenyalan yang tinggi. Karet harus merupakan karet murni tanpa adanya campuran plastik atau nilon. Karet jenis ini dapat dengan mudah didapat di toko peralatan keemasan.

Pada dasarnya karet ini tersedia dalam bentuk lembaran yang memiliki ukuran tertentu. Karet lembaran tersebut dipotong-potong sesuai dengan ukuran besar kecilnya master pola. Umumnya tiap cetakan karet terdiri atas 5 lembar karet yang dilekatkan jadi satu dan master pola di letakkan di lembaran ke-2 atau di tengah-tengahnya (lihat Gambar 3.1). Kemudian karet-karet tersebut dimasukkan ke dalam oven vulkanisir (lihat Gambar 3.2) selama 45 menit dengan temperatur 150 °C. Setelah karet-karet tersebut matang dan menjadi satu, karet akan dibedah untuk mengambil master pola di dalamnya lihat Gambar 3.3. Cetakan karet siap dipakai (lihat gambar 3.4). Master pola dicuci bersih kemudian disimpan atau dapat digunakan untuk membuat cetakan karet lainnya.



Gambar 3.1 Lembaran Karet Dengan Master Pola Di Tengahnya



Gambar 3.2 Oven Vulkanisir Menekan Dan Memanasi Cetakan Karet



Gambar 3.3 Cetakan Karet Didedah



Gambar 3.4 Cetakan Karet Siap Dipakai

3.1.3 Pembuatan Pola Lilin dan Pohon Lilin.

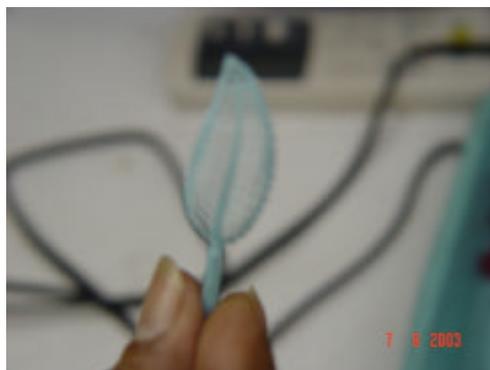
Pola lilin dibuat dengan menginjeksikan lilin cair ke dalam cetakan karet kemudian membiarkannya dingin di udara bebas. Kualitas pola lilin tergantung pada beberapa faktor seperti setting parameter dari mesin *wax injector*, kualitas cetakan karet, dan ketrampilan pekerja.

Mesin *wax injector* yang digunakan dalam penelitian tugas akhir seperti pada Gambar 3.5. Mesin ini menggunakan nozzle yang memiliki dua fungsi sekaligus, yaitu sebagai penghisap udara dalam cetakan karet dan sebagai injektor

lilin cair. Cara kerjanya adalah udara dalam cetakan karet di vakum melalui nozzle ini kemudian lilin cair diinjeksikan dengan tekanan angin ke dalam cetakan karet melalui nozzle yang sama. Cetakan karet dibiarkan dingin di udara bebas selama kurang lebih 1 menit, kemudian cetakan karet dibuka dan pola lilin diambil secara perlahan-lahan dan hati-hati. Pola lilin yang dihasilkan seperti Gambar 3.6.



Gambar 3.5 Mesin Wax Injector



Gambar 3.6 Pola Lilin

Pola - pola lilin yang telah dibuat akan dirakit menjadi sebuah pohon lilin. Cara membuat pohon lilin yaitu pertama-tama membuat *central sprue* atau batang pohon yang berbentuk silinder pejal dari lilin (silinder berdiameter 10 mm), kemudian pola-pola lilin dilekatkan satu persatu ke batang pohon dengan menggunakan solder. Contoh pohon lilin dapat dilihat pada Gambar 3.7. Pohon lilin ini ditancapkan pada alas karet seperti pada Gambar 3.8. Maka pohon lilin ini telah siap dijadikan pola dalam pembuatan cetakan gypsum.



Gambar 3.7 Pohon Lilin



Gambar 3.8 Pohon Lilin Dengan Alas Karet

3.1.4 Pembuatan Cetakan Gypsum

Cetakan gypsum terbuat dari bubuk gypsum yang secara kimia dikenal dengan CaSO_4 atau Kalsium Sulfat (sebagai komposisi utama). Pohon lilin diletakkan di dalam silinder cetakan berongga yang terbuat dari stainless steel. Pada bagian bawah silinder diberi karet penahan. Adapun fungsi karet ini menahan gypsum cair yang dituangkan ke dalam silinder agar tidak tertumpah ke bawah. Bubuk gypsum dicampur dengan air dan diaduk merata dalam mesin *investment mixer*. Silinder yang telah berisi pohon lilin diletakkan di dalam mesin mixer (lihat Gambar 3.9) untuk divakum terlebih dahulu. Hal ini bertujuan untuk mengeliminir gelembung udara yang timbul berlebihan saat proses penuangan

gypsum cair. Sehingga dapat menghasilkan cetakan gypsum yang memiliki permukaan cetakan yang rata, halus, dan padat.

Setelah proses penvakuman selesai, gypsum cair dituangkan perlahan-lahan ke dalam silinder cetakan sampai merata dan penuh. Kemudian cetakan gypsum dibiarkan selama satu jam sampai gypsum mengeras. Cetakan gypsum ini masih belum dapat dituangi logam cair, karena masih belum betul-betul keras dan masih mengandung kadar air yang tinggi.



Gambar 3.9 Mesin Mixer Dan Cetakan Gypsum

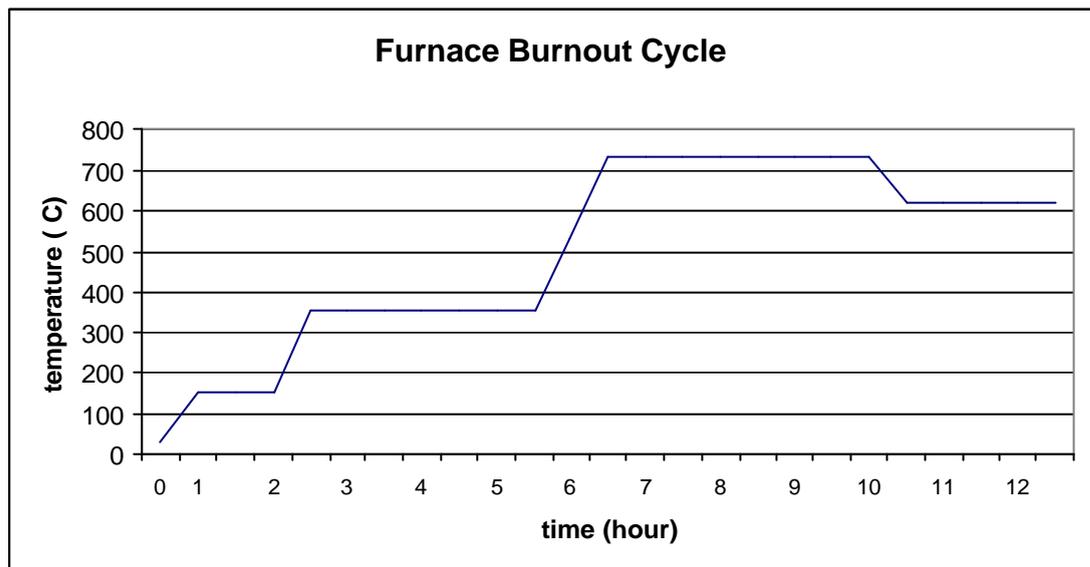
3.1.5 Pengovenan Cetakan Gypsum

Cetakan gypsum yang masih lunak dan memiliki kadar air yang tinggi perlu dimasukkan ke dalam oven. Tujuannya agar air di dalamnya habis menguap dan gypsum dapat benar-benar keras serta tahan terhadap logam cair.

Gypsum ditata rapi di dalam oven dan oven dinyalakan. Pengaturan temperatur pada oven dapat dilihat pada Gambar 3.11. Pengovenan meliputi dua proses yaitu, proses *dewaxing* kemudian dilanjutkan proses pengerasan cetakan gypsum. Proses *dewaxing* bertujuan untuk mengeluarkan lilin dari dalam cetakan gypsum. Caranya dengan memanaskan oven pada temperatur 150 °C selama 90 menit, maka lilin akan meleleh dan menetes ke bawah. Agar lilin yang cair tidak bercampur dengan debu dan pasir maka di bawah oven diberi wadah penampung yang berisi air.



Gambar 3.10 Oven Cetakan Gypsum



Gambar 3.11 Temperatur Setting Oven Cetakan Gypsum

Proses pengerasan cetakan gypsum dilakukan langsung setelah proses *dewaxing* selesai. Siklus temperatur oven ini merupakan *normal firing burnout cycle* yang memakan waktu selama 12 jam. Setelah 12 jam proses pengovenan, maka cetakan gypsum telah padat dan mengeras. Pada kondisi inilah cetakan gypsum memiliki ketahanan yang baik terhadap logam cair panas.

3.1.6 Persiapan Raw Material

Proses ini meliputi dua tahap yakni, tahap pencampuran paduan dan tahap pencampuran paduan dengan emas. Paduan yang terdiri atas tembaga, perak, seng, dan silikon dilebur dahulu menjadi sebuah paduan. Hal ini bertujuan untuk memperoleh homogenisitas dan mengurangi gas yang timbul sewaktu melebur emas dan paduan bersama-sama. Gas yang timbul diakibatkan oleh logam yang menguap saat peleburan, terutama seng. Karena titik uap seng berada di bawah temperatur lebur dari emas dan logam-logam lainnya.

Paduan yang akan dipakai dibuat ke dalam bentuk butiran – butiran kecil atau *granules*. Hal ini bertujuan mempercepat paduan dalam bentuk *granules* melebur dibandingkan paduan dalam bentuk ingot. Emas murni yang akan dicampurkan dipotong kecil-kecil sekitar 20 gram. Penelitian pada tugas akhir ini menggunakan 3 buah sampel yang memiliki bentuk dan model sama serta memiliki kadar emas yang sama, yakni 33,3%. Dalam tahap pencampuran paduan dengan emas perlu diperhitungkan berat paduan maupun emas secara cermat. Adapun pencampurannya dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Komposisi Tiga Buah Sampel

Sampel No.	Emas Murni	Cu	Ag	Zn	Si
1	33,30%	48,70%	13,30%	4,70%	0,00%
2	33,30%	48,55%	13,30%	4,70%	0,15%
3	33,30%	48,40%	13,30%	4,70%	0,30%

3.2. Pengecoran Emas

Proses pengecoran menggunakan *Static vaccum casting machine* yang memiliki kemampuan melebur hingga 1250 °C seperti pada Gambar 3.12. Mesin ini menggunakan arus listrik berfrekuensi tinggi untuk melebur logam dengan menggunakan gas pelindung seperti pada. Mesin ini terdiri atas dua ruangan atau *chamber*, yaitu *crucible chamber* dan *mould chamber* seperti pada Gambar 3.13.

Crucible chamber merupakan ruangan yang berfungsi sebagai tempat peleburan emas dan paduan. *Chamber* ini terpisah dari *mould chamber* seperti pada Gambar 3.13. Di dalam *crucible chamber* terdiri atas sebuah *graphite crucible* (tempat memanasi dan meleburnya emas dan paduan), termokopel,

glaswool tahan api sebagai isolator, *sealing ball* (sebuah silinder keramik ujungnya berupa bola dengan thermokopel di dalamnya), *heating elements*, dan lubang pipa keluarnya gas pelindung. Keuntungan dari *chamber* yang terpisah yakni satu *chamber* dapat dibuka- tutup selagi *chamber* yang lainnya tetap dalam keadaan tertutup rapat dengan atmosfer yang terlindungi, sehingga dalam hal ini waktu proses pengecoran dapat direduksi cukup banyak.

Peleburan emas dengan mereduksi atmosfer di dalamnya memang baik, seperti menurunkan tekanan udara di dalam *crucible chamber*, tapi menurut hasil penelitian akhir-akhir ini menunjukkan bahwa cara seperti ini tidaklah baik untuk investment lost wax casting. Karena dapat memicu disosiasi (penguraian) dari Kalsium Sulfat yang kemudian dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya cacat porositas gas. Maka untuk meminimalkan oksidasi saat peleburan, gas Argon atau Nitrogen biasanya digunakan dan gas Nitrogen merupakan pilihan yang tepat karena murah harganya dan hasilnya cukup baik.

Mould chamber merupakan ruangan yang terletak persis di bawah *crucible chamber*. *Chamber* ini dapat digerakkan naik turun dengan dorongan pneumatik dan sebagai tempat cetakan gypsum. Antara *crucible chamber* dan *mould chamber* hanya dihubungkan oleh sebuah lubang kecil dan lubang ini ditutup oleh *sealing ball* sewaktu tahap peleburan material terjadi. *Sealing ball* akan membuka secara manual saat penuangan logam cair ke dalam cetakan gypsum terjadi.

Cara kerja mesin ini diawali dengan memprogram temperatur peleburan terlebih dahulu. Pada pengecoran paduan emas 8 karat dipakai temperatur 1050⁰C. Sebelum memulai pengecoran, pastikan dahulu *sealing ball* menutup rapat lubang yang menghubungkan *mould chamber* ke *crucible chamber*. Kemudian emas dan paduan dimasukkan dan gas pelindung N₂ dinyalakan. Power mesin dinyalakan dan temperatur dalam *crucible chamber* akan meningkat. Setelah mencapai temperatur yang telah di seting, power akan otomatis mati dan temperatur akan stabil. Setelah kira-kira 3 menit, semua logam emas dan paduan telah melebur dan menyatu rata. Kondisi seperti ini berarti emas siap dituang ke cetakan gypsum. Lalu segera buka *mould chamber* dan isi dengan cetakan gypsum panas (langsung diambil dari oven yang bersuhu 620⁰C). Kemudian *mould*

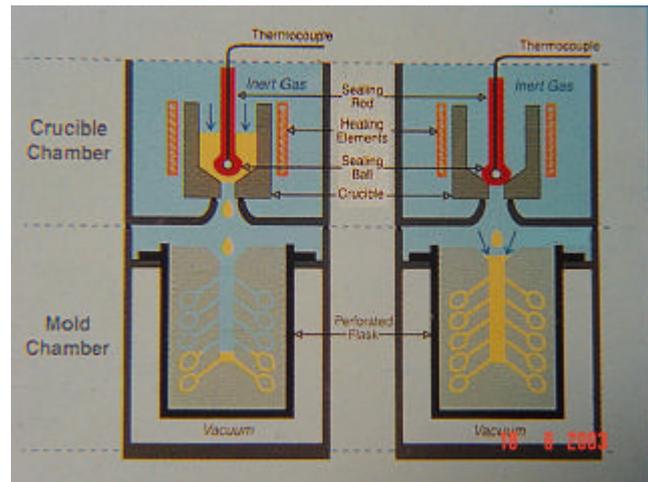
chamber ditutup rapat dan udara dalam *mould chamber* akan divakum sampai -1 Mpa selama 20 detik sehingga tidak ada udara dalam cetakan gypsum. Setelah itu, *sealing ball* dibuka dan logam cair dengan cepat mengisi rongga ruangan cetakan gypsum. Proses penvakuman dilakukan oleh pompa vakum seperti pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Static Vacuum Casting Machine

Jadi mesin ini menggunakan tarikan dari *mould chamber* yang vakum dan gaya gravitasi logam cair itu sendiri sewaktu menuangkan logam cair ke dalam cetakan. Seperti yang diketahui bahwa udara mengalir dari ruang yang bertekanan tinggi ke ruang yang bertekanan rendah (vakum).

Peran silikon pada kondisi di atas adalah meminimalkan gas yang terbentuk di permukaan dan di dalam logam cair akibat Cu, Ag, dan Zn yang bereaksi dengan O_2 saat proses peleburan. Dengan demikian logam cair tidak terhambat oleh gas saat mengisi ruang cetakan gypsum. Hal ini penting sekali karena kondisi saat penuangan adalah kondisi vakum, dimana logam cair serta gas-gas di dalam logam cair tersebut terinjeksi dengan cepat sekali dan gas-gas tersebut tidak dapat naik ke permukaan cetakan. Akibatnya gas-gas tersebut terperangkap di dalam cetakan gypsum dan menimbulkan cacat porositas.



Gambar 3.13 Skema Static Vacuum Casting Machine

Sumber : Gold Technology no. 23



Gambar 3.14 Cetakan Gypsum Siap Dituang Logam Cair

3.3 Pendinganan Cetakan Gypsum dan Pengeluaran Coran

Cetakan gypsum yang telah terisi emas didinginkan di udara bebas selama 10 menit (lihat Gambar 3.15). Lalu cetakan dimasukkan ke dalam air perlahan-lahan sehingga gypsum menjadi pecah dan rontok. Dengan demikian cetakan gypsum menjadi lunak sehingga hasil coran emas di dalamnya dapat dikeluarkan dengan mudah.

3.4 Pembersihan Coran Dari Gypsum

Banyak gypsum yang masih melekat di seluruh permukaan coran, namun gypsum ini masih lunak dan mudah dibersihkan. Coran dimasukkan ke mesin *water jet*. Mesin ini dapat dilihat pada Gambar 3.16. Di dalam mesin ini, gypsum

yang melekat dipaksa lepas dengan tembakan air yang bertekanan tinggi. Sehingga coran dapat bersih dari gypsum sampai ke celah-celah terkecil sekalipun. Proses pembersihan gypsum dapat dilihat pada Gambar 3.17. Coran yang telah dibersihkan dari gypsum (lihat Gambar 3.18) dikeringkan dan diproses lebih lanjut.



Gambar 3.15 Cetakan Gypsum Yang Telah Terisi



Gambar 3.16 Water Jet Machine

3.5 Pengujian Sampel

Ketiga buah sampel akan diuji kekerasannya dan diamati kualitas permukaan hasil coran. Pengujian kekerasan menggunakan alat uji kekerasan Rockwell dengan skala Rockwell B. Ujung dari sprue dari tiap sampel dipotong rata sekitar 8 mm, kemudian di gosok dengan kertas gosok hingga halus dan dipoles untuk memperoleh permukaan yang sangat halus dan mengkilat. Permukaan yang halus sangatlah penting untuk memperoleh hasil pengujian yang benar dan akurat. Sedangkan kualitas permukaan coran akan diamati dengan menggunakan kamera digital yang memiliki perbesaran sampai dengan 25X. Dari hasil foto akan terlihat cacat porositas gas. *Central sprue* tiap sampel diamati

secara garis besar dan dari tiap sampel akan dipilih model sebuah cincin kerawang dan daun kerawang untuk diamati secara mendetail. Tujuan dari cara seperti ini adalah untuk memperkirakan distribusi cacat ke seluruh hasil coran dan memperoleh hasil yang lebih akurat mengenai cacat yang terjadi pada tiap sampel.



Gambar 3.17 Air Bertekanan Tinggi Menembaki Gypsum Yang Melekat Pada Coran



Gambar 3.18 Coran Yang Telah Bersih Dari Gypsum