



4300

DP / BPPI / BISB / 199 / 92

NO: 226 / 7 / BALAI RISET
DAN STANDARISASI INDUSTRI

PENELITIAN PENINGKATAN TEKNOLOGI
PENGERINGAN DAN PEMANASAN CETAKAN
SENTRA INDUSTRI KECIL COR KUNINGAN
DI BONDOWOSO

DISPERPUSIP JATIM

BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI
BALAI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI SURABAYA
JL. JAGIR WONOKROMO 360 TELP. 816612 SURABAYA

KATA PENGANTAR.

Laporan ini merupakan realisasi dari pelaksanaan proyek penelitian - yang berjudul "

PENELITIAN PENINGKATAN TEKNOLOGI PENGERINGAN DAN PEMANASAN CETAKAN SENTRA INDUSTRI KECIL COR KUNINGAN DI BONDOWOSO.

Apa yang tersaji dalam laporan ini adalah merupakan hasil pengamatan dilapangan, Uji Coba, serta literature yang terkait sebagai pembanding.

Dengan selesainya laporan ini, kami sampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik langsung maupun tidak langsung terhadap pelaksanaan penelitian ini.

Sudah barang tentu hasil penelitian ini belumlah maksimal, oleh karena itu kepada para pembaca kami mohon kritik dan sarannya.

PENYUSUN

SISWOYO UTOMO.

ABSTRACTS .

It needs heat in sand mould copper alloy casting procesing to dry the mould .

Usualy in small scale foundry industry, we may find the heat residual from furnace which radiates and loses to the environment.

Using portable box carrying sand - mould, those loses heat can be used for sand mould drying .

This drying process is very important especially in the rainy season, which almost no sun during half a year .

According to this experiment, it needs only 2,5 - 3 hours to dry the mould .

R I N G K A S A N .

Didalam proses pengecoran kuningan yang mempergunakan cetakan pasir dan bahan model adalah lilin, perlu adanya proses pemanasan yang baik terhadap cetakan agar didapatkan hasil cor yang mulus (tidak cacat)

Fungsi pemanasan tersebut adalah :

- Untuk meningkatkan cetakan
- Untuk menghilangkan lilin dari dalam rongga cetakan
- Memberikan pemanasan awal agar cairan kuningan yang dituangkan tidak cepat membeku .

Agar dapat menghemat bahan bakar, maka proses pemanasan tersebut mempergunakan panas sisa pada saat peleburan kuningan, dengan memasang ruang pemanas (Open) yang dapat didorong maju mundur diatas rel.

Cetakan yang akan dipanaskan diatur didalam open, kemudian open didorong sehingga posisinya tepat diatas tungku yang menyala.

Pemanasan tersebut diatas, dimaksudkan untuk mengganti sinar matahari dalam proses pengeringan cetakan dimusim hujan sekaligus mengganti pembakaran langsung cetakan didalam tungku peleburan untuk menghindari suhu yang berlebihan pada cetakan .

Dari hasil uji coba ternyata alat tersebut dapat berfungsi dengan baik. Dengan memanfaatkan sisa panas pembakaran pada proses peleburan dapat mengeringkan cetakan dalam waktu 2,5 - 3 jam .

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
R I N G K A S A N	ii
D A F T A R I S I	iii
B A B I : PENDAHULUAN	1
B A B II : TINJAUAN PUSTAKA	3
1. TINJAUAN UMUM	3
2. TEKNOLOGI PENGERINGAN & PEMANASAN CETAKAN OLEH PERAJIN	5
3. KEMUNGKINAN PENINGKATAN TEKNOLOGI PENGERINGAN & PEMANASAN	9
B A B III KONSTRUKSI ALAT PENGERING	12
1. SUSUNAN ALAT PENGERING	12
2. PRINSIP KERJA ALAT PENGERING	15
B A B IV. UJI COBA ALAT PENGERING	19
1. TUJUAN PERCOBAAN	19
2. PERSIAPAN PERCOBAAN	19
3. LANGKAH LANGKAH PERCOBAAN	19
B A B V. HASIL DAN ANALISA	22
1. HASIL PERCOBAAN	22
2. A N A L I S A	23
B A B VI. KESIMPULAN DAN SARAN	26
1. K E S I M P U L A N	26
2. S A R A N	28
D A F T A R P U S T A K A	29

B A B. I

P E N D A H U L U A N.

Didalam proses pengecoran kuningan, faktor cetakan mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap kualitas benda cor (kemulusan) disamping faktor2 yang lain yaitu faktor teknologi peleburan dan penuangan serta komposisi dari logam yang dicor itu sendiri.

Adapun cetakan yang dapat menghasilkan benda cor yang baik sangat tergantung kepada beberapa hal, antara lain bahan cetakan, konstruksi cetakan dan perlakuan yang diberikan terhadap cetakan tersebut.

Untuk cetakan yang dibuat dengan pasir dan tanah liat sangat dipengaruhi juga oleh tingkat kekeringannya (kadar air).

Demikian pula halnya dengan proses pengecoran kuningan disentra cor kuningan desa Cindogo dan Desa Juranguapi Kecamatan Tapen Kabupaten Bondowoso.

Disentra tersebut saat ini terdapat 35 unit pengrajin cor kuningan, dengan jumlah tenaga kerja \pm 110 orang dapat menghasilkan benda cor sebanyak \pm 9000 kg/ Bulan.

Adapun jenis benda cor yang dibuat, berupa barang - barang seni yaitu piala, bokor, cetakan kue, patung binatang dll.

Sesuai dengan jenis produk adalah barang seni dengan bentuk yang kompleks (rumit). maka bahan model yang dipakai adalah malam/lilin.

Sudah barang tentu cetakan yang menggunakan model dari lilin memerlukan proses pemanasan dan pembakaran untuk menghilangkan lilin dari dalam rongga cetakan.

Selama ini proses pengeringan dan pemanasan dilakukan dalam 3 tahap, yaitu :

- Tahap pengikisan
- Tahap pengeringan
- Tahap pembakaran

Tahap pengikisan dimaksudkan untuk mengeraskan adonan pasir (seperti bubur) yang baru dibentuk menjadi cetakan (popokan / tapelan), dengan cara meng-angin-anginkan ditempat yang teduh.

Tahap pengikisan ini memerlukan waktu 2 jam hingga 1 hari.

Tahap pengeringan adalah menjemur cetakan yang sudah mengeras dibawah terik matahari.

Dimusim kemarau pengeringan ini memerlukan waktu 1 sampai 2 hari.

Sedangkan dimusim hujan lama pengeringan bisa mencapai 1 minggu.

Hal inilah merupakan problem bagi pengrajin karena dapat memperpanjang penyerahan barang.

Tahap pembakaran adalah membakar/memanaskan cetakan yang telah kering, dengan maksud menghilangkan lilin dari dalam rongga cetakan. Lilin tersebut kilang dengan cara meleleh keluar dari rongga cetakan, menguap dan sebagian terbakar didalam rongga cetakan.

Tahap ini mempunyai arti yang sangat penting karena rongga cetakan harus benar-benar bersih dari lilin agar tidak menimbulkan cacat tuang pada benda cor nantinya.

Pembakaran ini dilakukan bersama sama dengan saat proses pembakaran kuningan untuk peleburan dengan maksud untuk menghemat bahan bakar (arang kayu).

Tetapi pembakaran yang dilakukan bersama didalam tungku peleburan ini mempunyai akibat yang tidak baik terhadap cetakan, sehingga dapat menimbulkan cacat pada benda cor. Efek yang merugikan tersebut adalah panas yang terlalu tinggi sehingga merusak butir2 pasir dan menutup rongga cetakan.

Oleh karena itu perlu adanya perbaikan terhadap teknologi pengeringan dan pemanasan yang dapat mengantisipasi kendala - kendala yang terjadi disentra industri kecil pengecoran kuningan, yaitu :

- Dapat mengganti pengeringan cetakan dengan sinar matahari bila musim penghujan.
- Dapat dipergunakan untuk memanaskan cetakan untuk menghilangkan lilin dari dalam rongga cetakan dengan baik, tetapi tidak merusak butir pasir karena panas yang berlebihan.

B A B. II

T I N J A U A N P U S T A K A.

1. Tinjauan Umum.

Dalam proses pengecoran, cetakan mempunyai andil yang penting dalam upaya memperoleh hasil benda cor yang baik (tidak cacat) Terdapat beberapa jenis cetakan yang dapat dipergunakan dalam proses pembuatan benda cor, yang mana pemilihan penggunaannya tergantung kepada beberapa hal, antara lain ;

- Macam benda cor yang akan dibuat.
- Bentuk benda yang akan dibuat.
- Persyaratan teknis benda cor.

Adapun untuk memproduksi benda cor berupa barang seni yang mempunyai bentuk kompleks/rumit dapat menggunakan cetakan jenis pola hilang.

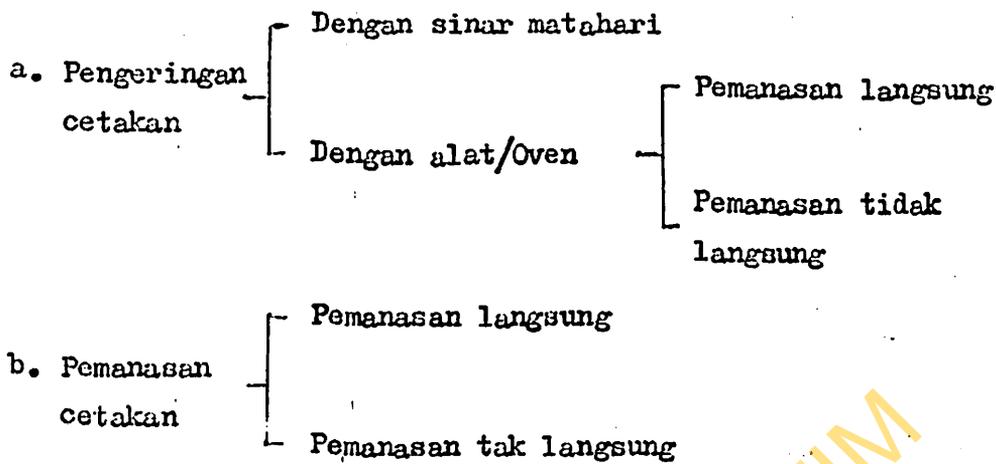
Yaitu cetakan yang modelnya dibuat dari lilin atau plastik yang dapat meleleh atau terbakar bila cetakan tersebut dibakar.

Sudah barang tentu untuk dapat menghasilkan cetakan yang baik diperlukan sistim pembakaran yang baik pula, dalam arti pembakaran tersebut tidak justru merusak konstruksi, bentuk dan sifat2 cetakan yang diperlukan.

Tidak kalah penting adalah proses pengeringan cetakan, yang mana pengeringan tersebut diharapkan dapat berlangsung cepat tetapi tidak merusak bentuk cetakan.

Agar dapat menentukan cara pengeringan dan pembakaran yang tepat haruslah diketahui secara pasti bahan model dan bahan cetakan serta urutan pembuatannya.

Adapun cara pengeringan dan pemanasan cetakan dapat dikelompokkan sebagai berikut :



Yang mana masing-masing kelompok/jenis dapat diuraikan sebagai berikut :

- Pengeringan dengan sinar matahari adalah menjemur cetakan dibawah terik sinar matahari. Dengan cara ini waktu/lama pengeringan tidak dapat diatur, biasanya memerlukan waktu lama karena tergantung pula cuaca dan angin, lagi pula suhu pemanasan tidak dapat ditinggikan lagi (dalam keadaan normal $\pm 40^{\circ}\text{C}$)
- Pengeringan dengan open, adalah pengeringan cetakan dengan menggunakan open. Cetakan yang akan dikeringkan ditata dalam open kemudian panas diberikan pada suhu tertentu, disertai aliran udara yang panas, aliran udara ini sangat penting agar uap air yang timbul dapat segera dibawa keluar untuk mengurangi kelembaban didalam ruang open, agar tidak menghambat proses penguapan. Bila ditinjau dari cara pemanasannya, open dikelompokkan menjadi pemanasan langsung, pemanasan tak langsung dan pemanasan dengan listrik.
- Pemanasan langsung, adalah pemanasan yang panasnya diambil dari api langsung mengenai cetakan yang dikeringkan atau dibakar.
- Pemanasan tak langsung adalah pemanasan yang mana panas dari api tidak langsung mengenai benda kerja, tetapi dipergunakan -

untuk memanaskan udara terlebih dulu (udara tidak berhubungan api). Kemudian udara panas inilah yang dialirkan melewati benda kerja yang dikeringkan.

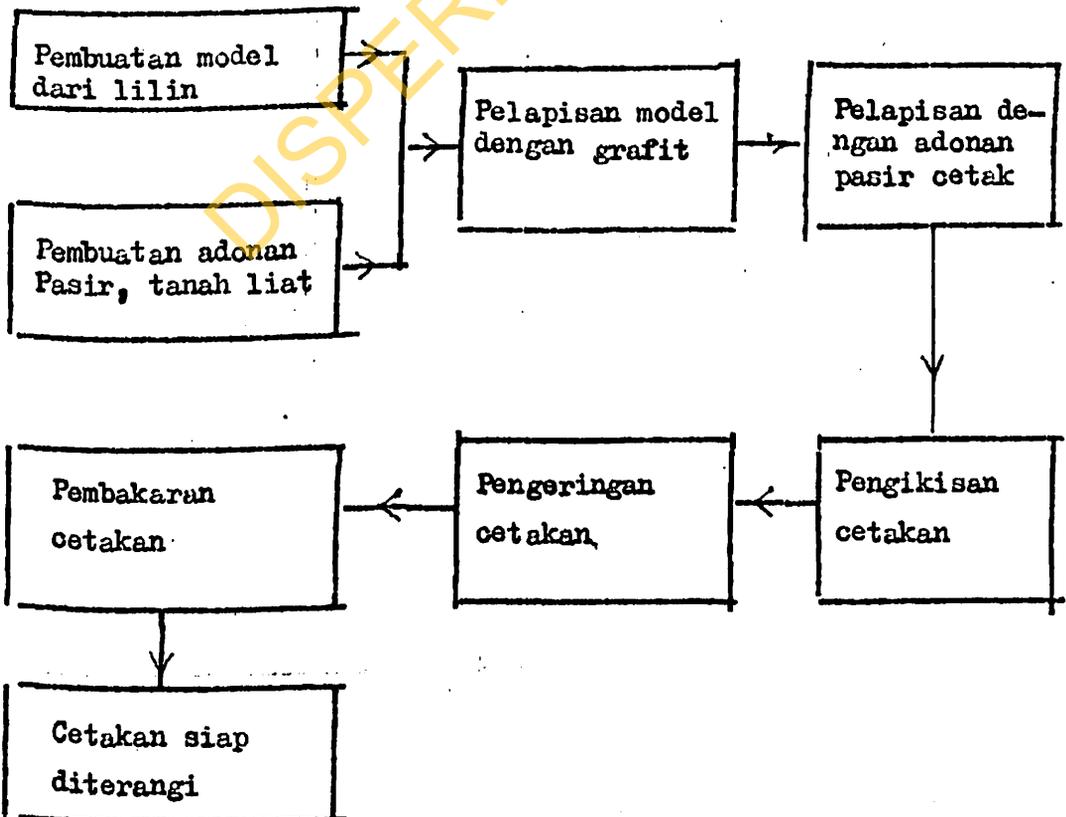
Pemanasan cara ini pada umumnya dipergunakan untuk mengeringkan barang/benda yang harus dijaga kebersihannya, misalnya - makanan.

Kerugian cara ini, konstruksi open lebih rumit dan panas yang terbangun lebih banyak.

2. Teknologi Pengeringan dan pemanasan cetakan oleh Perajin.

Pengeringan dan pemanasan cetakan pada dasarnya adalah merupakan rangkaian dari proses pembuatan cetakan dengan bahan pasir dicampur tanah liat dan bahan model adalah lilin.

Untuk lebih jelasnya rangkaian proses pembuatan cetakan adalah seperti skema berikut :

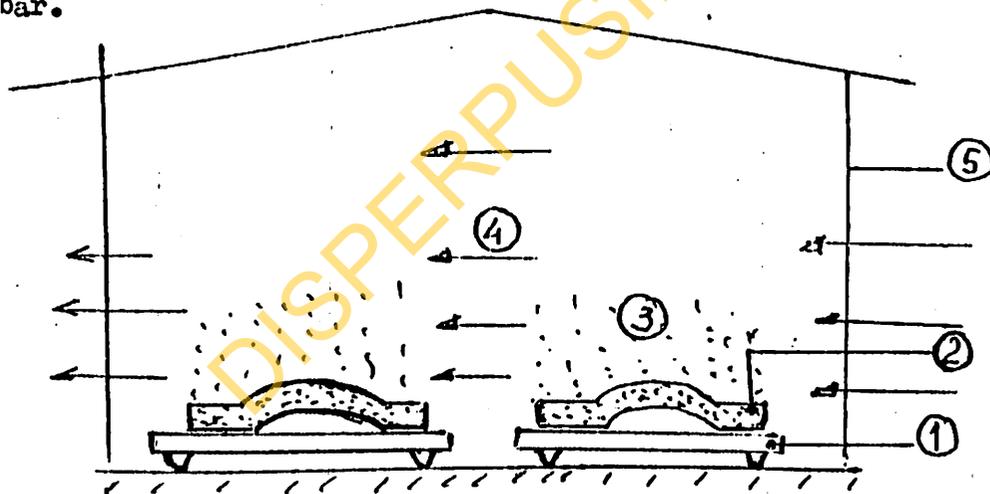


Proses pengeringan dimulai pada tahap pengikisan sampai dengan tahap pembakaran cetakan.

Yang dimaksud dengan pengikisan adalah menguapkan air yang terkandung dalam cetakan dengan cara mengangin - anginkan cetakan ditempat yang teduh. Disini penguapan terjadi karena kadar air dalam cetakan lebih besar dari pada kadar air diudara bebas. Kemudian bila disertai adanya angin, maka uap air yang terjadi karena penguapan pada cetakan akan segera terbawa angin, sehingga udara disekililing cetakan akan mempunyai humidity ratio yang relatif mudah.

Hal ini sangat penting untuk menjaga kelancaran proses penguapan. Kondisi awal proses pengikisan, cetakan dalam keadaan lunak (seperti bubur). Pengikisan akan selesai bila cetakan sudah dalam kondisi keras tetapi masih basah dengan kandungan air $\pm 30\%$

Untuk lebih jelasnya proses pengikisan dapat dilihat seperti pada gambar.



Gb. 1. Skema pengikisan cetakan

Keterangan :

1. Landasan
2. Cetakan
3. Uap air
4. Arah angin
5. Bangunan peneduh.

Pengeringan cetakan dengan sinar matahari adalah menjemur cetakan dibawah terik sinar matahari.

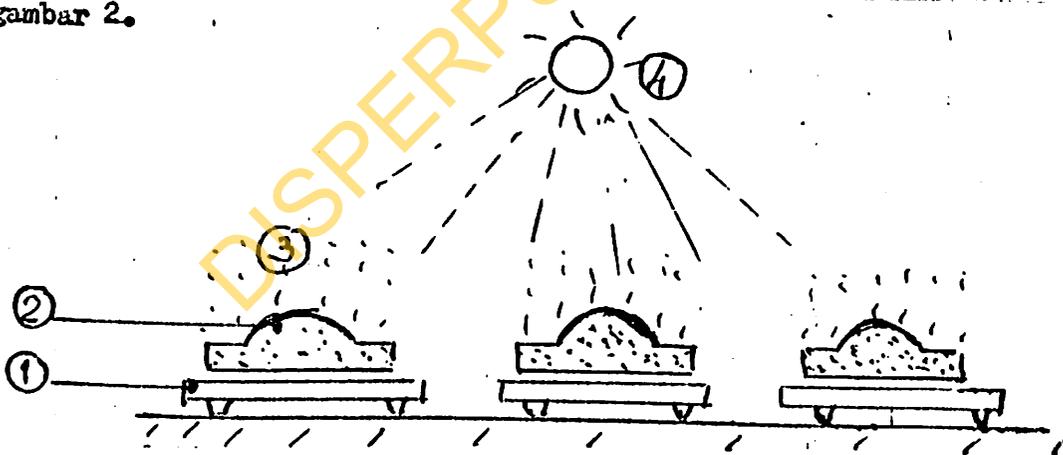
Bila proses pengikisan telah selesai, cetakan yang terletak diatas landasan dihampahkan dilapangan terbuka agar sinar matahari dapat langsung mengenai cetakan yang dikeringkan.

Dalam hal ini sinar matahari diperlukan untuk menaikkan suhu - dalam rangka proses penguapan air pada cetakan. Pada penjemuran ini suhu bisa mencapai $\pm 40^{\circ}\text{C}$. Dan dalam keadaan normal pengeringan berlangsung 1 - 2 hari.

Tetapi bila musim penghujan, cuaca dalam keadaan berawan, pengeringan dapat memakan waktu sampai 1 (satu) minggu.

Hal ini disebabkan selain oleh sinar matahari yang tertutup awan/mendung, juga oleh kondisi udara yang kelembabannya tinggi.

Selanjutnya pengeringan dikatakan selesai bila secara rasual cetakan sudah merata berwarna putih, dan bila diperiksa kandungan airnya $\pm 0,9\%$. Skema pengeringan cetakan adalah seperti pada gambar 2.



Gb. 2. Skema pengeringan dengan matahari

- Keterangan gambar :
1. Landasan cetakan
 2. Cetakan
 3. Uap air
 4. Matahari

Proses terakhir dalam mempersiapkan cetakan adalah pembakaran cetakan.

Maksud dari pembakaran cetakan adalah :

- Lebih mengeringkan cetakan. Sebab semakin kering cetakan, sifat permeability akan semakin baik.

- Mengeluarkan lilin dari dalam rongga cetakan.

Pada saat pembakaran, bila suhu didalam cetakan telah mencapai titik leleh lilin ($\pm 60^{\circ}$), lilin (sebagai model) akan mencair.

Pengeluaran lilin dari dalam rongga cetakan ini melalui 3 cara yaitu :

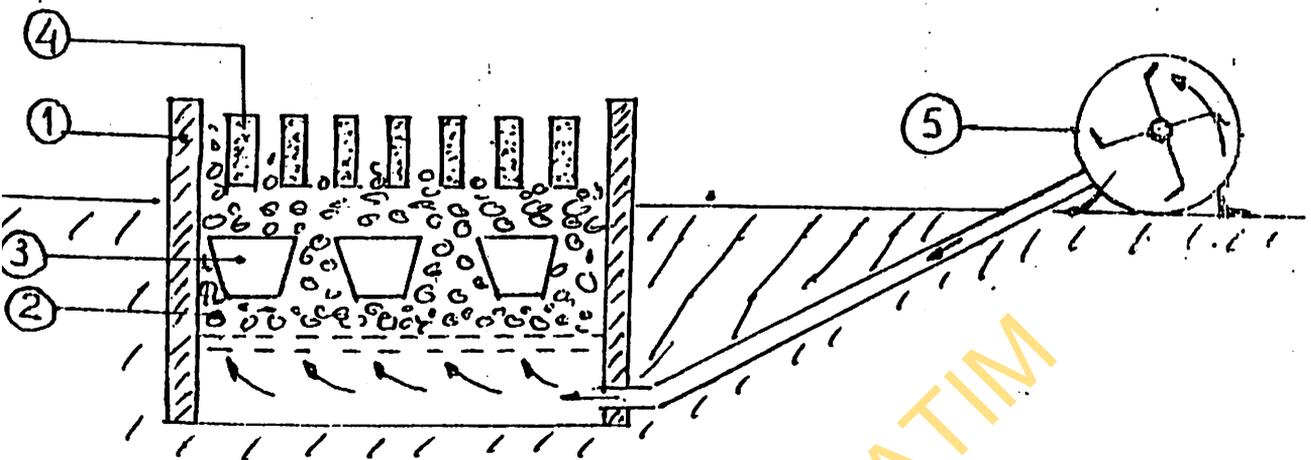
- * Sebagian dari lilin cair akan meleleh keluar melalui mulut tuang dan saluran udara, kemudian terbakar diluar.
- * Sebagian meresap kedalam dinding cetakan dan menguapkan melalui permukaan dinding cetakan.
- * Sebagian lagi akan menguap didalam rongga cetakan dan uapnya akan terbakar diujung mulut tuang dan saluran

- Maksud yang lain dari pembakaran cetakan adalah untuk memberi panas (memanaskan) cetakan hingga suhu $\pm 600^{\circ}\text{C}$.

Tujuan dari pemanasan ini adalah agar kuningan cair yang dituangkan kedalam cetakan tidak cepat membeku sebelum rongga cetakan terisi penuh.

Selanjutnya pelaksanaan pembakaran cetakan oleh perajin cor di Bondowoso dilakukan bersama - sama menjadi satu dalam tungku peleburan saat proses peleburan kuningan, seperti terlihat pada gambar 3

Gambar 3



Keterangan :

Gb. 3. Skema pembakaran cetakan.

1. Tungku
2. Arang
3. Kowi
4. Cetakan
5. Blower.

Pada pemanasan cetakan ini pada dasarnya adalah memanfaatkan panas sisa proses peleburan.

Panas yang timbul pada pembakaran arang dipergunakan terlebih dulu untuk menaikkan suhu kuningan didalam kowi.

Dari hasil pengukuran dengan thermocouple didaerah sekitar kowi sukunya adalah $\pm 1200^{\circ}\text{C}$, sedang pada daerah bagian atas cetakan (bagian api) suhu berkisar antara 650°C - 750°C , dan pada bagian dalam cetakan (rongga cetakan) suhu bisa mencapai $\pm 525^{\circ}\text{C}$.

3. Kemungkinan Peningkatan Teknologi Pengeringan.

Tujuan utama dari peningkatan teknologi pengeringan cetakan adalah untuk mencari alternatif cara pengeringan cetakan, untuk mengganti cara pengeringan dengan penjemuran dibawah terik sinar matahari.

Dalam mencari alternatif tersebut ada beberapa hal yang menjadi bahan pertimbangan yaitu :

- Barang yang akan dikeringkan.
- Bahan bakar yang ada/ sumber panas
- Bahan alat pengering
- Kondisi/tingkat kekeringan yang diinginkan.

Adapun data dari beberapa hal tersebut adalah sebagai berikut :

- Barang yang akan dikeringkan adalah cetakan yang menggunakan bahan pasir + tanah liat dan modelnya dibuat dari bahan lilin, dengan bentuk yang bervariasi. Pada keadaan awal mempunyai kadar air $\pm 30\%$, sedang setelah pengeringan kadar air yang diharapkan adalah $\pm 0,9\%$.
- Sumber panas/bahan bakar yang ada adalah panas yang diambil dari sisa proses peleburan kuningan. Yang mana pada peleburan kuningan tersebut menggunakan bahan bakar arang kayu. Jadi besar kecilnya sumber panas sangat tergantung kepada besar kecilnya bahan bakar.
- Bahan alat pengering.
Bahan alat pengering/open tergantung kepada sifat open yang akan dipergunakan. Kalau open tersebut bersifat permanen/tidak dapat dipindah atau digerakkan, maka open tersebut dapat memakai bahan batu tahan api atau bata merah sebagai dinding - dindingnya.
Tetapi bila open tersebut bersifat dapat bergerak, maka harus memakai bahan yang relatif ringan.
Dalam hal ini dapat memakai baja profil untuk kerangka, dan baja lembaran untuk dinding - dinding yang melingkupinya.
Penggunaan baja ini masih dikatakan aman karena open nantinya akan mengalami pemanasan sampai suhu $\pm 600^{\circ}\text{C}$. Sedang suhu kritis bagi perubahan struktur kristal baja dari keadaan normal adalah $\pm 723^{\circ}\text{C}$.
Sehingga karena struktur kristal tidak berubah maka kekuatannya juga tidak berubah.

Selanjutnya . . .

Selanjutnya dengan melihat tujuan utama serta memperhatikan uraian - uraian diatas, maka open yang dibuat untuk menggantikan pemanasan sinar matahari, harus mempunyai sifat sebagai berikut:

- Mempunyai rak - rak untuk tempat cetakan yang dikeringkan.

Dan rak-rak tersebut mempunyai lubang-lubang/celah-celah sebagai laluan udara panas.

- Dapat bergerak maju/mundur, sehingga dapat mengambil panas dari tungku peleburan, dan pada saat menata arang serta kowi kedalam tungku open dapat ditarik mundur/digeser.

Dengan demikian open harus dipasang diatas rel.

- Uap air yang terjadi harus segera dapat dikeluarkan untuk memperlancar proses penguapan.

- Udara panas harus bisa melewati seluruh ruang didalam open.

B A B. III.

KONSTRUKSI ALAT PENGERING

1. Susunan alat Pengering :

Untuk memenuhi persyaratan seperti pada bab II point 3, serta agar panas sisa pembakaran dari tungku peleburan dapat diambil seluruhnya, maka luas kearah bidang horisontal alat pengering harus sama dengan luas tungku dan posisinya harus pas diatas tungku. Adapun susunan dari open adalah seperti pada gambar 4, berikut (terlampir)

Open mempunyai komponen - komponen sebagai berikut :

1.1. Rumah open

Rumah open terdiri dari kerangka open dan dinding open, dengan ukuran pada gambar 4.

Kerangka open terbuat dari baja siku dengan ukuran 50 x 50 x 5 mm. Sedang dudukan rak terbuat dari baja siku ukuran - 30 x 30 x 3 mm, dan dinding open dibuat dengan bahan baja - lembaran dengan ketentuan 0,3 mm yang diperkuat dengan baja strip dengan ukuran 20 x 2 mm.

Kerangka pintu dibuat dari baja siku dengan ukuran 25 x 25 x 3mm dan dinding juga dibuat dari baja lembaran dengan - ukuran 0,3 mm.

Terdapat 3 tingkat dulukan rak.

Rumah open ini berfungsi untuk menampung panas (angin panas) dari tungku peleburan, agar tidak menyebar tetapi bergerak keatas melewati cetakan yang dikeringkan.

1.2. R a k (Tray)

Rak/tray berfungsi sebagai tempat cetakan yang dikeringkan.

Rak ini mempunyai celah-celah atau lubang-2 sebagai tempat laluan udara panas yang mengalir.

Kerangka rak terbuat dari baja siku dengan ukuran 25 x 25 x 3 mm. Sedangkan bentangnya (tempat dimana cetakan ditempatkan) dibuat dari kawat ram yang diperkuat dengan baja siku dengan ukuran 25 x 25 x 3 mm.

Rak ini dapat dikeluarkan dan dimasukkan dengan bebas kedalam open.

Terdapat 3 buah rak dan secara keseluruhan bentuk dan ukuran rak dapat dilihat pada gambar 4.

1.3. Roda open

Roda open berfungsi sebagai pendukung rumah open, sehingga dapat bergerak maju mundur. Roda open ini tidak perlu membuat sendiri - karena sudah tersedia dipasaran dengan berbagai type, disesuaikan dengan bentuk rel yang ada.

Terdapat 4 buah roda, yang mana letaknya dapat dilihat pada gambar 4.

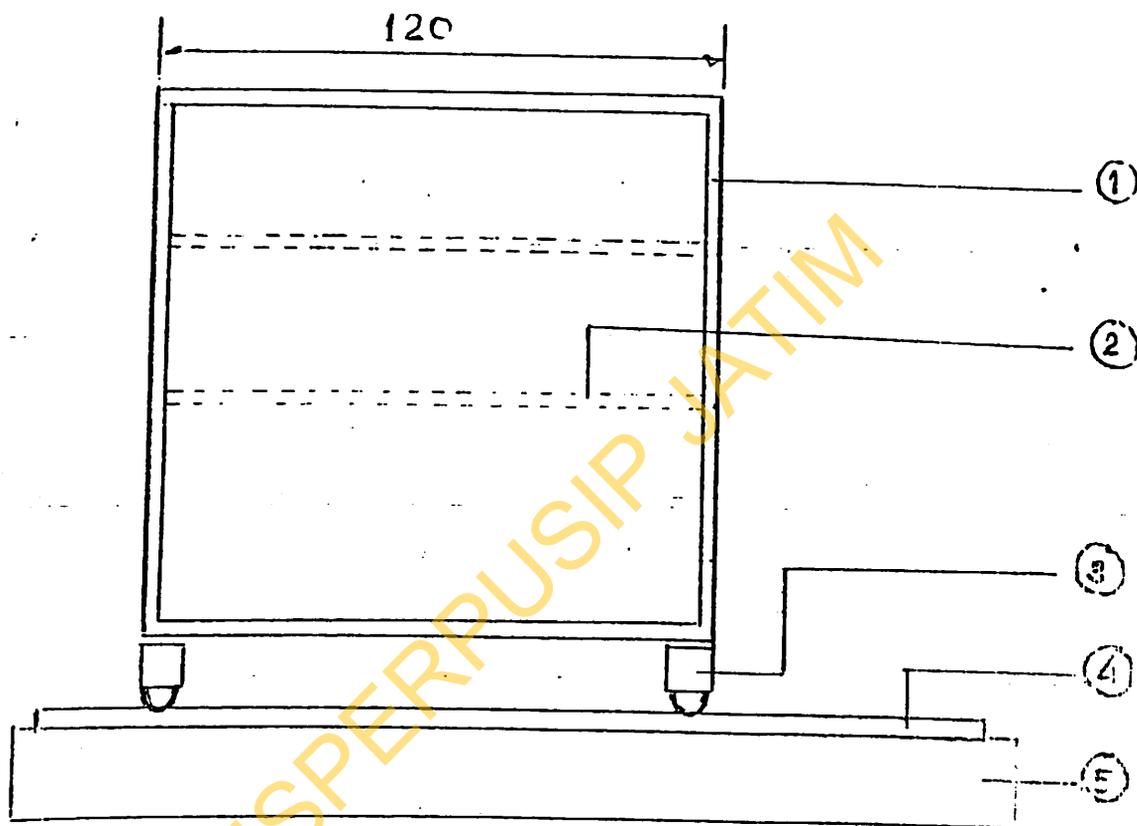
1.4. R e l

Rel berfungsi sebagai pengarah jalannya roda open, sehingga open berjalan dengan lurus.

Rel dibuat dengan bahan baja siku dengan ukuran 50 x 50 x 5 mm, dan dipasang diatas pondasi.

Yang diperkuat dengan angker pada pondasi sehingga rel tidak dapat terlepas dari pondasi.

Ada dua buah rel yang dipasang pada sebelah kiri dan kanan dari tungku peleburan, dengan panjang ± 3 mm.



Pandangan samping

1. Rumah open
2. Rak
3. Roda open
4. Rel
5. Pondasi rel
6. Tunggai pelebur

1.5. Tungku Pelebur.

Tungku pelebur berfungsi sebagai tempat melebur kuningan yang diwadahi kowi.

Tungku pelebur ini mempunyai ukuran sebagai berikut :

- lebar bagian dalam : 50 cm
- panjang bagian dalam : 90 cm
- tinggi/kedalaman : 60 cm

Dapur ini mampu diisi kowi maximum 6 buah, dengan bahan bakar arang kayu sebanyak 75 kg.

Tungku dibuat dari batu merah yang diikat satu sama lain dengan tanah bekas cetakan yang telah dihancurkan.

Pada bagian bawah terdapat rongga tempat untuk meratakan hembusan udara pada saat pembakaran berlangsung.

Untuk lebih jelasnya dapat pada gambar 4.

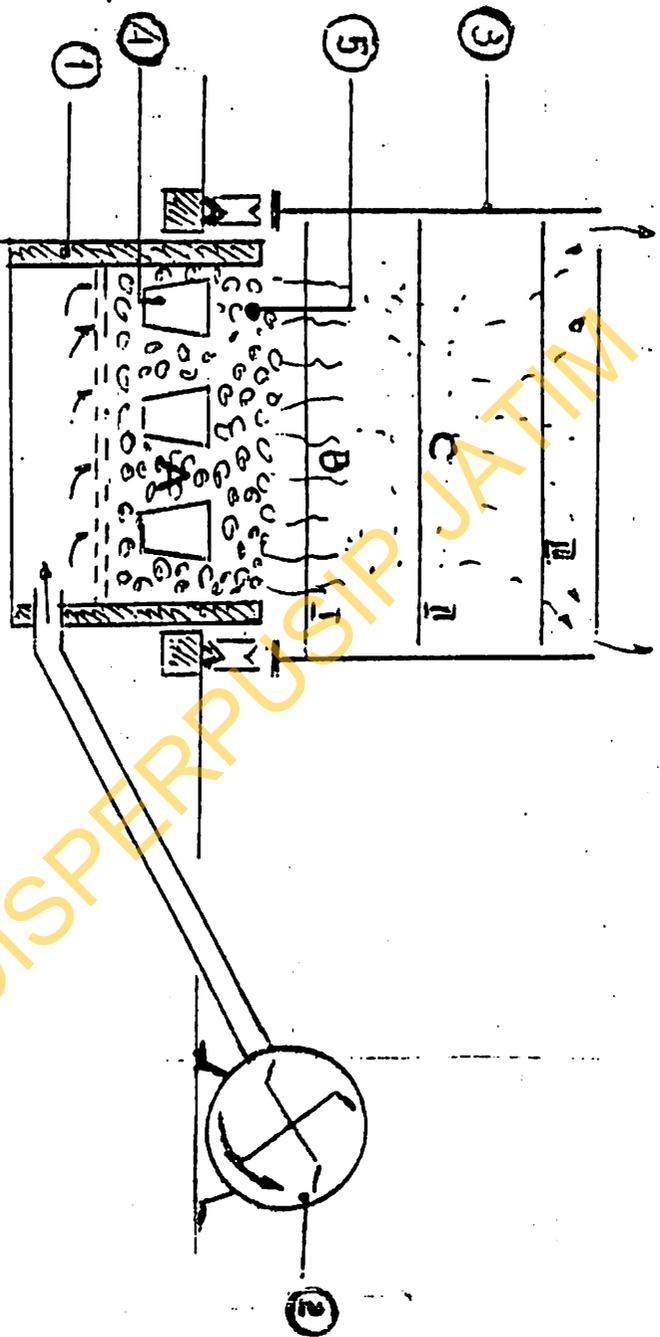
Tungku ini dilengkapi dengan sebuah blower listrik, yang fungsinya adalah untuk mensuply udara (oksigen) pada - pembakaran arang kayu.

2. Prinsip kerja alat Pengering.

Pada prinsipnya pengeringan disini memanfaatkan panas sisa pembakaran pada proses peleburan kuningan yang mempergunakan bahan bakar arang kayu.

Pada pembakaran arang kayu ini terdapat 3 daerah panas yang - mempunyai suhu yang berbeda. Yaitu daerah bara arang, daerah api dan daerah gas sisa pembakaran (flue gas) lihat gambar 5, yang temperaturnya adalah sebagai berikut :

- Daerah bara arang, suhunya adalah $\pm 1200^{\circ}\text{C}$
- Daerah api, suhunya adalah $\pm 700^{\circ}\text{C}$
- Daerah gas sisa pembakaran, suhunya adalah $\pm 100^{\circ}\text{C}$.



Gb. 5. Prinsip kerja alat pengering

- A. Daerah bara
- B. Daerah api
- C. Daerah gas asap

Keterangan :

- 1. Tungku
- 2. Blower
- 3. Alat pengering (open)
- 4. KowI
- 5. Arang
- I. Rak pertama

2.1. Prinsip kerja Pengikisan.

Pada proses pengikisan, cetakan yang baru jadi ditata - pada rak-rak yang tersedia didalam open/alat pengering. Selanjutnya blower dijalankan tanpa menyalakan api pada tungku.

Udara yang dihembuskan blower akan tersebar merata diseluruh tungku (lihat gambar 5), dan menyusup diantara - arang, selanjutnya akan mengalir keatas kedalam ruang pengering.

Didalam ruang pengering udara akan mengalir disela - sela cetakan sambil membawa uap air keluar dari ruang open. Karena adanya aliran udara kering dan uap air cepat terbawa keluar maka akan mempercepat proses penguapan air pada cetakan.

Proses ini berlangsung antara 1 s/d 2 jam.

2.2. Prinsip Kerja Pengeringan

Pada proses pengeringan, cetakan ditata pada rak ke-II dan ke III. Kemudian ruang dibakar hingga membara (dalam hal ini kowi yang berisi kuningan telah terpasang didalam nya)

Selanjutnya blowerdijalankan, untuk memsupply oksigen ke- pada pembakaran arang.

Pada saat ini akan terjadi aliran udara panas didalam open. Udara panas ini berasal dari blower yang dihembuskan kedalam ruang yang membara (lihat gambar 5)

Oksigen yang terkandung dalam udara akan dipergunakan memperbesar pembakaran dan mempertinggi suhu pembakaran.

Sedang sisanya akan mengalir keatas memalui sela - sela bara. Oleh karena itu uadara sisa (flue gas) ini ikut menjadi panas, dan mengalir kedalam open.

Suhu flue gas ini bisa mencapai $\pm 100^{\circ}\text{C}$.

Selanjutnya . . .

Selanjutnya udara panas ini akan bersentuhan dengan cetakan didalam open dan terjadilah pertukaran kalori.

Cetakan yang mempunyai suhu lebih rendah akan menyerap kalori dari udara panas, untuk dipergunakan menguapkan air yang terkandung didalamnya. Dan uap yang terjadi akan langsung terbawa oleh aliran flus gas keluar dari ruang open.

Dengan demikian kelembaban didalam open dapat dijaga relatif rendah.

Hal ini sangat penting guna memperlancar proses penguapan kandungan air didalam cetakan.

Proses pengeringan ini berlangsung antara 2,5 s/d 3 jam.

2.3. Prinsip kerja Pembakaran Cetakan.

Pembakaran cetakan ini tujuannya adalah untuk memberi panas pendahuluan kepada cetakan agar cairan kuringan yang dituangkan kedalam cetakan nanti tidak cepat membeku sehingga dapat mengisi seluruh rongga cetakan.

Disamping itu juga bertujuan untuk membakar lilin yang ada didalam rongga cetakan.

Untuk memenuhi maksud diatas, diperlukan suhu yang cukup tinggi tetapi tidak melebihi 800°C .

Adapun cara pembakaran cetakan adalah dengan menempatkan cetakan yang akan dibakar pada susunan rak yang pertama, sehingga cetakan akan terlindungi oleh api dari tungku.

Disini diharapkan suhu pembakaran minimal adalah 600°C dan maksimal adalah 750°C . Dan lamanya pembakaran berkisar antara 1 s/d 1,5 jam.

Pada saat proses pembakaran ini, dapat sekaligus dilakukan proses pengeringan cetakan, yaitu dengan menempatkan cetakan pada susunan rak yang kedua dan ketiga.

B A B IV.

UJI COBA ALAT PENERING

1. Tujuan Percobaan

Tujuan uji coba alat penering adalah untuk mengetahui sampai sejauh mana alat penering tersebut dapat menggantikan sinar matahari dalam proses peneringan cetakan, sekaligus dapat memberikan pemanasan pendahuluan terhadap cetakan sebelum dituangi.

2. Persiapan Percobaan

Untuk melaksanakan percobaan tersebut persiapan yang dilakukan adalah :

- Mempersiapkan cetakan (popokan), sebagai bahan yang akan dikeringkan didalam open.
- Popokan yang dibuat adalah jenis popokan untuk cetakan kue - pukis. Jumlah popokan yang dipersiapkan adalah 6 buah.
- Persiapan arang kayu, dipergunakan sebagai bahan bakar untuk melebur kuningan.
- Persiapan kuningan, sebagai bahan yang akan dilebur dan dituangkan kedalam cetakan/ popokan.
- Mempersiapkan alat bantu berupa termometer 1200°C , termometer 600°C , alat penjepit/pengait cetakan (popokan), kowi dan alat pengaduk dan penyaring cairan kuningan.

3. Langkah - langkah Percobaan

Langkah - langkah dalam melaksanakan uji coba alat penering adalah sebagai berikut :

3.1. Proses Pengikisan.

- Kowi yang telah diisi dengan kuningan ditata didalam tungku dan ditimbuni dengan arang kayu (lihat gambar 5)
- Popokan (cetakan) yang baru dibuat diatur didalam rak-rak open.
- Open didorong hingga posisinya tepat menutup diatas lubang tungku.

- Blower dijalankan, sehingga timbul aliran udara yang merata dan kontinyu. dengan arah dari bawah keatas didalam ruang open.

Aliran udara ini membuat tekanan udara menjadi relatif turun, sehingga dapat mempercepat proses penguapan air didalam cetakan, disamping uap air yang langsung dibawa keluar dari ruang open oleh aliran udara.

- Proses tersebut diatas yaitu proses pengikisan dan berjalan \pm 1 jam.

3.2. Proses Pengeringan

- Popokan sehabis dikikiskan, kemudian ditata pada rak ke-II, sebanyak 6 buah.
- Arang didalam tungku dibakar hingga arang membara.
- Blower dijalankan untuk supply oksigen pada pembakaran arang, sehingga suhu pembakaran mencapai 1200°C (pada bara arang).

Diatas bara arang akan terjadi jilatan api setinggi \pm 40 Cm dengan suhu \pm 700°C . Dan diatas jilatan api terjadi aliran udara panas dengan suhu \pm 100°C , dengan arah dari bawah keatas.

- Popokan diusahakan tidak tersentuh oleh jilatan api, tetapi hanya tersentuh oleh aliran udara panas (posisinya didaerah C, lihat gambar 5)
- Setelah popohan kelihatan berwarna putih, (pada awalnya berwarna kelabu kehitaman), hal ini menunjukkan popohan telah kering, sama dengan warna hasil pengeringan dengan sinar matahari. Maka dengan demikian proses pengeringan telah selesai.

Kondisi popohan seperti ini tercapai setelah pengeringan berjalan 2,5 jam.

3.3. Proses

3.3. Proses Pemanasan/Pembakaran.

Langkah - langkah proses pembakaran adalah sebagai berikut:

- Popohan sebanyak 3 buah ditempatkan pada rak pertama, sedang 3 buah lagi ditempatkan pada rak kedua.
- Nyala tungku diteruskan sehingga suhu pada daerah bara mencapai $\pm 700^{\circ}\text{C}$, dan pada daerah asap (flue gas) suhunya mencapai $\pm 100^{\circ}\text{C}$.
- Pembakaran berjalan terus sampai cairan kuningan mencapai temperatur tuang ($1150^{\circ}\text{C} - 1200^{\circ}\text{C}$), kurang lebih memerlukan waktu 1,5 s/d 2 jam lagi dari saat mulai proses pembakaran.
- Sampai disini proses pembakaran selesai, open didorong menjauhi tungku, selanjutnya cetakan dikeluarkan dan segera dituangi.

3.4. Penuangan

Penuangan dilakukan dengan kondisi sebagai berikut :

- Suhu popokan I : $\pm 600^{\circ}\text{C}$
- Suhu popokan II : $\pm 100^{\circ}\text{C}$
- Suhu cairan ($1150^{\circ}\text{C} - 1200^{\circ}\text{C}$).

Beberapa saat kemudian (± 5 menit) cetakan dibongkar, dan benda cor yang dihasilkan diperiksa, apakah mengandung cacat atau tidak.

Penuangan dikelompokkan menjadi 2 bagian, yaitu :

- Penuangan I, yaitu penuangan terhadap cetakan yang di tempatkan pada rak ke I (pertama), dengan suhu popokan $\pm 600^{\circ}\text{C}$
- Penuangan II, yaitu penuangan terhadap cetakan yang dibakar pada rak ke II, dengan suhu popokan/cetakan $\pm 100^{\circ}\text{C}$.

B A B. V

HASIL DAN ANALISA

Hasil Percobaan

1.1. Pengikisan.

Yang menjadi ukuran dalam proses pengikisan adalah kondisi fisik dari popokan

Bila popokan disentuh dengan tangan dan popokan tersebut - tidak mengalami perubahan bentuk/permukaan, maka pengikisan telah selesai.

Untuk mencapai kondisi tersebut, yang sama dengan diangin-anginkan ditempat teduh, maka pengikisan dengan open (alat pengering) memerlukan waktu ± 1 jam.

Bila diangin - anginkan ditempat teduk perlu waktu 2 s/d - 8 jam.

1.2. Pengeringan.

Proses pengeringan cetakan/popokan dengan menggunakan alat pengering (open) memberikan hasil sebagai berikut :

No	Jenis Pengering	Hasil Pengeringan		Waktu
		Warna	Kadar air	
1.	Sinar matahari	putih	$\pm 0,9\%$	1 - 2 hari (kemarau) atau 2 - 4 hari (penghujan)
2.	Dengan open	putih	$\pm 1\%$	± 2 jam

1.3. Pembakaran/Pemanasan.

Dalam percobaan pembakaran/pemanasan cetakan dengan menggunakan open ini, yang menjadi tolok ukur keberhasilan adalah kualitas benda cor yang dihasilkan.

Adapun dari penuangan yang dilakukan didapatkan hasil dengan kondisi sebagai berikut :

No.	Kelompok Penuangan	Jenis cacat	Keterangan
1.	Penuangan I	Tidak ada (semua)	Cetakan terletak pada rak I dan dilindungi api tetapi tidak terkena bara.
2.	Penuangan II	Tuangan tidak (penuh semua)	Cetakan terletak pada rak II, tidak terkena api dan bara.

2. ANALISA.

Pada percobaan pengikisan dengan menggunakan open ternyata membutuhkan waktu yang lebih cepat bila dibandingkan dengan diangin - anginkan ditempat yang teduh.

Hal ini bisa terjadi karena didalam open terdapat aliran - udara yang kontinyu dan merata akibat hembusan blower.

Sehingga uap air yang terjadi dapat langsung dibawa keluar akibatnya kelembaban didalam open dapat dijaga rendah, dan penguapan dapat berlangsung lancar.

Pada proses pengeringan dengan open yang memanfaatkan panas sisa pembakaran untuk peleburan, ternyata membutuhkan waktu yang lebih singkat (2 jam) bila dibandingkan dengan pengeringan sinar matahari yang memerlukan waktu 1 - 2 hari pada musim kemarau dan 2 - 4 hari pada musim penghujan.

Seperti terlihat pada point V.1.2. tingkat kekeringan yang dihasilkan dari kedua sistim pengeringan tersebut mendekati sama.

Pada pengeringan dengan sinar matahari suhu pengeringan mencapai $\pm 40^{\circ}\text{C}$. Sedang pada pengeringan dengan open suhu bisa mencapai $60^{\circ}\text{C} - 100^{\circ}\text{C}$.

Pada suhu ini panas yang ada selain dipergunakan mengeringkan cetakan juga untuk mencairkan lilin yang ada didalam rongga - cetakan dan selanjutnya diupkan atau dialirkan keluar.

Selanjutnya dengan tingkat kekeringan seperti tersebut diatas, cetakan sudah siap untuk diberi pemanasan yang lebih tinggi - tanpa merusak konstruksi cetakan.

Pemanasan yang lebih tinggi diberikan dengan jalan pembakaran, yaitu dengan menurunkan letak cetakan dari rak ke II menuju - rak ke I.

Dalam hal ini yang diturunkan adalah separo dari jumlah cetakan yang dipersiapkan, yaitu 3 buah, sedang 3 buah lagi tetap di-rak ke II

Pada pembakaran ini cetakan yang ditempatkan pada rak I akan - berada pada lingkungan yang bersuhu $\pm 700^{\circ}\text{C}$, sehingga cetakan tersebut diharapkan minimal mempunyai suhu 600°C .

Pembakaran akan berjalan terus sampai kuningannya mencapai suhu - tuang.

Dari hasil penuangan ternyata bahwa benda cor yang berasal dari penuangan I mempunyai kualitas yang baik (tanpa cacat).

Sedangkan pada penuangan II semua benda cor mengalami cacat - tuang yaitu tuangan tidak penuh,. Hal ini disebabkan oleh :

- Lilin yang mencair meresap kedalam dinding cetakan dan menutup celah - celah diantara pasir sehingga udara tidak dapat didesak kedalam dinding cetakan, akibatnya tuangan tidak bisa penuh.
- Cairan kuningannya cepat membeku sebelum tuangan penuh, karena panas yang dikandung oleh cairan kuningannya diserap oleh dinding

cetakan untuk menguapkan lilin yang meresap kedalam dinding cetakan dan sekaligus membakarnya. Hal ini terbukti dengan terjadinya pembakaran uap lilin pada mulut2 tuang dan saluran udara.

- Cetakan itu sendiri suhunya terlalu rendah ($\pm 100^{\circ}\text{C}$) sehingga terjadi pelepasan panas yang besar diberikan kepada cetakan. Akibatnya cairan kuningan cepat membeku sebelum rongga cetakan terisi penuh.

Pada penuangan I menghasilkan benda cor dengan kualitas baik (tanpa cacat) karena cetakan betul - betul kering dan mempunyai suhu yang cukup tinggi ($\pm 600^{\circ}\text{C}$), sehingga dinding cetakan tidak terlalu banyak menyerap panas dari cairan kuningan, dan cairan tidak cepat membeku.

Disamping itu, pada suhu tersebut diatas cairan lilin yang meresap kedalam dinding cetakan akan cepat menguap dan terbakar pada saat proses pembakaran.

Dari hasil pengukuran, lilin akan terbakar pada suhu $\pm 250^{\circ}\text{C}$.

B A B. VI

KESIMPULAN DAN SARAN

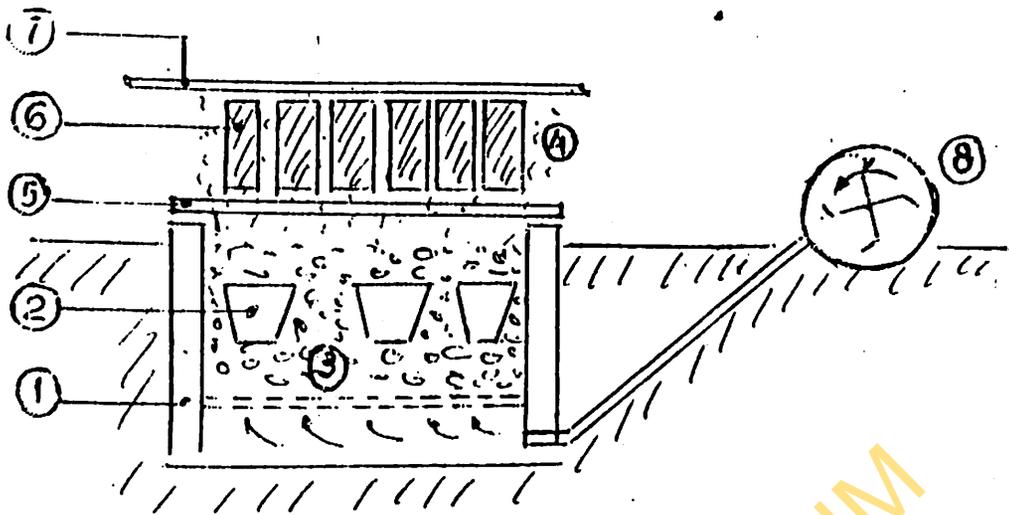
1. K E S I M P U L A N.

- Pada proses peleburan kuningan dengan bahan bakar arang kayu terdapat sisa panas yang terbang.
- Untuk dapat menghasilkan benda tuang dengan kualitas yang baik diperlukan cetakan yang kering dan mempunyai panas yang cukup - ($\pm 600^{\circ}\text{C}$) pada saat dituangi. Disamping itu suhu tuang harus mencapai ($1150^{\circ}\text{C} - 1000^{\circ}\text{C}$).
- Dalam musim penghujan, proses pengeringan cetakan sangat terganggu, yaitu dibutuhkan waktu pengeringan yang lebih lama (2 - 4 hari)
- Perlu adanya bangunan/alat yang dapat memanfaatkan panas sisa peleburan untuk mengeringkan dan memanaskan cetakan.
- Dari hasil uji coba alat pengering dan pemanas, secara umum alat tersebut dapat dimanfaatkan dan dapat memberikan hasil yang baik dengan metode sebagai berikut :
 - * Untuk proses pengikisan cetakan/popokan dapat ditempatkan di semua posisi rak, dan blower dijalankan tanpa adanya pengapian selama ± 1 jam.
 - * Untuk proses pengeringan popokan ditempatkan pada rak ke II dan ke III agar tidak mengalami pemanasan yang terlalu tinggi (pemanasan cukup $\pm 100^{\circ}\text{C}$), dan tungku dinyalakan secara normal.
Proses pengeringan dilaksanakan selama ± 2 jam
 - * Untuk proses pembakaran, cetakan ditempatkan pada pak ke I, - agar dapat dilengkapi oleh api dari tungku. Pembakaran dilakukan terus sampai cairan kuningan mencapai suhu tuang, kira - kira memerlukan waktu 1,5 sampai 2 jam.
Pada dasarnya pembakaran harus didaerah api dan tidak boleh masuk kedaerah bara.

Dari kesimpulan diatas, maka konstruksi open dapat disederhanakan untuk pembakaran sebagai berikut, lihat gambar 6.

- * Buat rak dari bahan baja yang dapat ditempatkan/didudukan tepat dipermukaan tungku.
- * Popokan yang akan dibakar diatur diatas rak.
- * Diatas popokan ditutup dengan baja lembaran.
- * Pembakaran dilakukan terus sampai cairan kuningan mencapai suhu tuang.

Cara ini lekas untuk pembakaran cetakan, sehingga cetakan - dapat dilindungi oleh api tungku tetapi tidak terkena oleh - bara, agar benda cor yang dihasilkan mempunyai kualitas yang baik (tidak cacat).



Gambar 6. Sket Pembakaran cetakan sederhana.

Keterangan gambar :

- | | |
|---------------|------------------------|
| 1. Tungku | 5. R a k |
| 2. Kowi | 6. Popoku yang dibakar |
| 3. Bara arang | 7. Baja lembaran |
| 4. Daerah api | 8. Brower |

2. S a r a n

Didalam memproduksi barang2 seni dengan cara pengecoran, waktu yang paling lama adalah diserap untuk mempersiapkan cetakan - ($\pm 75\%$).

Karena itu untuk memperpendek waktu produksi disarankan mengadakan uji coba (penelitian)

Penelitian penggunaan cetakan permanen terutama untuk barang - barang yang tidak terlalu kompleks bentuknya, seperti cetakan kue, vas dll.

DAFTAR PUSTAKA

1. P. FOLUKHIN, B. GRINBERG, S. KANYENIK, V. ZHADAN,
D. VASILYEN, Metal Proses Engineering.
2. SISWOYO UTOMO, Penelitian Pengolahan Pasir Cetak untuk
sentra Industri Kecil Cor duminium di Bondowoso.
3. SISWOYO UTOMO, Penelitian Peningkatan mutu Cetak dan Model
Industri Kecil Pengecoran Perunggu di Jawa Timur.
4. SISWOYO UTOMO, Ir. BASOEKI, Penelitian Peningkatan Teknologi
Peleburan dan Pemangan di sentra Cor duminium di Bondowoso.