

## PENINGKATAN PRODUKTIFITAS PADA PENGRAJIN COR KUNINGAN DI DESA BEJIJONG, TROWULAN MELALUI PERBAIKAN DESAIN FASILITAS KERJA

<sup>1</sup>Peniel Gultom, <sup>2</sup>Dwi Anggorowati, <sup>3</sup>Sanny Andjarsari

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin D3, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Kimia S1, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang

<sup>3</sup>Jurusan Teknik Industri D3, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang

### ABSTRACT

Bejjong Village, Trowulan, Mojokerto is a tourist village and small industrial centers of handicraft cast brass. The product is a range of miniature statues, temples, statues of figures Majapahit kingdom and etc which using the waste of metal as a raw material. Cast brass handicrafts is also becoming one of the flagship products typical souvenir Mojokerto - East Java. There are currently about 125 entrepreneurs cast brass with a total of 648 people craftsmen. In the manufacture of cast brass handicrafts craftsmen still use traditional furnace to melt various metal waste such as petromaks, bolts, nuts, hinges etc. as raw material. The diesel-fueled furnaces and wood charcoal. In the smelting process 50 kg of molten metal waste spend 25 liters of diesel fuel for about 4 hours. Difficulties faced by craftsmen is when it was about to pour must first dismantle furnace wall while the fire from brander only burn the bottom of furnace with open conditions. It can not achieve the maximum heat so that melting process becomes longer resulting in wasted fuel. Seeing the conditions above then IBM team from ITN Malang designing a Metal Waste Fuser Tool by applying portable appropriate technology which can makes it easy the process of working and can saving time and fuels. The results obtained are a metal waste fuser tool that efficiently and effectively in terms of the size, shape, ways of working and saving fuels. Once foundries 50 kg of liquid metal waste spend one 12 kg LPG tube for about 2 hours.

Key Words: *metal waste, cast brass handicrafts, Metal Waste Fuser Tool*

Desa Bejjong, Kecamatan Trowulan, Kabupaten Mojokerto saat ini menjadi desa wisata sentra industri kecil kerajinan cor kuningan yang produknya berupa berbagai miniatur arca, candi, patung tokoh-tokoh kerajaan Majapahit dan sebagainya yang menggunakan limbah logam sebagai bahan bakunya. Produk kerajinan cor kuningan ini juga menjadi salah satu produk unggulan kerajinan cinderamata khas daerah Mojokerto – Jawa Timur hingga dipasarkan di mancanegara. Hingga saat ini terdapat sekitar 125 pengusaha kerajinan cor kuningan dengan total pengrajin berjumlah 648 orang.

Saat ini dalam pembuatan kerajinan cor kuningan para pengrajin masih menggunakan tungku tradisional untuk melebur berbagai limbah logam seperti petromaks, baut, mur, engsel dan lain-lain sebagai bahan baku kuningan. Bahan baku limbah logam ini diperoleh dari para pengepul dari daerah Surabaya, Jombang dan Mojokerto. Dalam satu bulan biasanya para pengrajin – khususnya mitra 1 (Hariadi) yang membuat hanya berdasarkan pesanan saja – dalam kondisi normal membutuhkan 300 kg limbah logam untuk dilebur menjadi berbagai benda seperti

patung-patung, macam-macam hiasan untuk bangunan dan sebagainya. Jika sedang mendapat banyak pesanan maka membutuhkan hingga 700 kg limbah logam.

Proses peleburan limbah logam ini menggunakan tungku sederhana yang terbuat dari bata api dengan dua buah kowi (wadah) berbentuk silinder yang terbuat dari besi dilapisi semen berkapasitas total 50 kg logam massa cair (30 kg dan 20 kg) dalam kondisi penuh. Namun pada kenyataannya biasanya hanya digunakan untuk melebur total 30 kg logam massa cair (20 kg dan 10 kg) untuk menghindari kemungkinan tumpah ketika ‘diceduk’ untuk kemudian dituang dalam cetakan. Tungku ini berbahan bakar solar. Dalam sekali peleburan menghabiskan 25 liter solar untuk waktu bakar sekitar 4 jam.

Kesulitan yang dihadapi oleh pengrajin adalah pada saat hendak menuang untuk mengeluarkan kowi besi harus membongkar terlebih dahulu dinding tungku bata merah, sehingga dalam penyusunan bata merah ketika proses membakar hanya ditumpuk saja (tanpa disemen) dan menggunakan penutup tungku berupa potongan genteng biasa. Sementara api yang ‘ditembakkan’ dari *brander* hanya membakar dari bagian bawah tungku dengan

kondisi terbuka. Hal-hal tersebut mengakibatkan panas yang didapat tidak maksimal sehingga proses peleburan menjadi lama yang mengakibatkan pemborosan bahan bakar. Selain itu karena tungku yang digunakan saat ini adalah tungku permanen maka pada saat proses pengecoran cetakannya harus didekatkan pada tungku. Hal ini cukup merepotkan terlebih bila jumlah cetakannya banyak.



Gambar 1. Kondisi Tungku Tampak Depan



Gambar 2. Kondisi Tungku Tampak Belakang

Melihat kondisi di atas maka dipandang perlu untuk menerapkan IPTEKS baru pada para pengrajin sehingga tujuan dari kegiatan ini adalah membuat alat pelebur limbah logam yang dapat meningkatkan efisiensi dan efektifitas kerja serta dapat memperbaiki proses produksi yang ada di industri kecil kerajinan cor kuningan khususnya dalam peleburan limbah logam.

## METODE

### A. Survey Data Lapangan

- Mencari informasi tentang kondisi alat dan operator pada saat ini.
- Mencari permasalahan yang ada pada proses peleburan limbah logam dengan cara lama. Kegiatan dilakukan di UD. Hari Sabar yang berlokasi di desa Bejjong, Kecamatan Trowulan, Kabupaten Mojokerto, Jawa Timur

### B. Proses Perancangan dan Pembuatan Alat

#### a. Kebutuhan

Membuat Alat Pelebur Limbah Logam

#### b. Analisa Masalah

Pengrajin masih menggunakan tungku sederhana yang boros bahan bakar dan tidak efisien.



Gambar 3. Kondisi Peralatan Cor Kuningan Saat Ini

### C. Rumusan Masalah

Bagaimana merancang dan membuat alat pelebur limbah logam yang efisien dan hemat bahan bakar?

### D. Konsep Desain

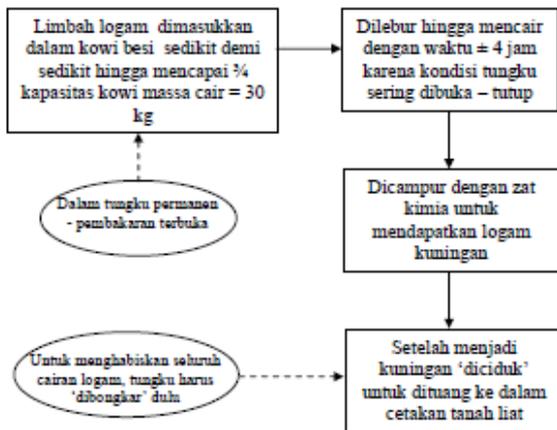
- Alat pelebur limbah logam ini harus berkapasitas lebih dari 30 kg kuningan massa cair.
- Harus dapat mencapai temperatur lebih dari 1000° C.
- Pengukuran temperatur menggunakan *thermocouple*.
- Menggunakan bahan bakar yang mudah didapat.
- Perawatan dan perbaikan alat relatif mudah.

E. Membuat Alat Pelebur Limbah Logam

F. Uji Coba Alat Pelebur

Uji coba pertama dilakukan saat berada di bengkel pembuat alat untuk melihat apakah alat pelebur ini bekerja dengan baik. Uji coba kedua dilakukan di UD. Hari Sabar, Bejjong, Trowulan.

**Model Pemecahan Masalah**



Gambar 4. Proses Peleburan Limbah Logam untuk Cor Kuningan Saat Ini



Gambar 5. Operasional Alat Pelebur yang Diusulkan

**HASIL DAN PEMBAHASAN  
Khalayak Sasaran**

Secara umum para pengrajin di Bejjong masih menggunakan tungku tradisional yang sama. Jenis kerajinan yang dihasilkan adalah berbagai ukuran patung tradisional dan modern, elemen dekoratif dan elemen interior.



Gambar 6. Berbagai jenis kerajinan cor kuningan

**Peralatan dan Bahan**



Gambar 7. Lilin dan Limbah logam



Gambar 8. Cetakan silikon dan cetakan tanah



Gambar 9. Tungku pelebur dan tungku pengering cetakan



Gambar 10. Bahan bakar solar, kayu bakar dan sekam



Gambar 11. Kompor, kowi, peralatan peleburan dan timbangan



Gambar 12. Peralatan finishing

### Cara Kerja

Proses pembuatan kerajinan cor kuningan secara keseluruhan, yaitu :

- Tahap 1 – Pembuatan Cetakan Positif :
  - a. Bongkahan lilin dibentuk sesuai dengan keinginan.
  - b. Dibuat cetakan negatifnya dari tanah.
  - c. Cetakan positif diperbanyak sesuai keinginan.



Gambar 13. Cetakan positif dari lilin

- Tahap 2 – Pembuatan Cetakan Negatif :
  - a. Dari cetakan positif tersebut dibuat cetakan negatifnya sebanyak kurang lebih 3 buah yang terbuat dari bahan silicon rubber.
  - b. Setelah cetakan silicon rubber jadi dibuat lagi cetakan negatif dari fiberglass.
  - c. Cetakan negatif ini juga bisa terbuat dari tanah yang dapat didaur ulang (digunakan kembali).



Gambar 14. Cetakan negatif dari silikon dan tanah

- Tahap 3 – Pembuatan Benda Kerja :
  - a. Setelah cetakan negatif jadi maka proses pembuatan benda kerja dapat dilakukan dengan menuang cairan kuningan ke dalam cetakan.
  - b. Setelah dingin, benda kerja dikeluarkan dari cetakan.



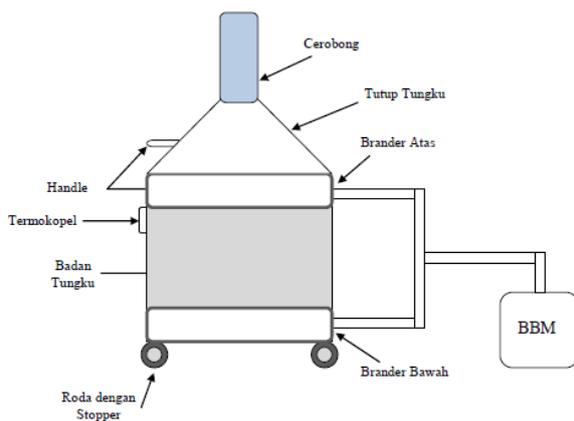
Gambar 15. Menuang cairan kuningan dan produk jadi

- Tahap 4 – Proses Finishing :
  - a. Benda kerja dikeluarkan dari cetakan, kemudian didinginkan lalu dihaluskan dengan gerinda dan ampelas.
  - b. Setelah halus kemudian dipoles hingga mengkilap.



Gambar 16. Produk dihaluskan

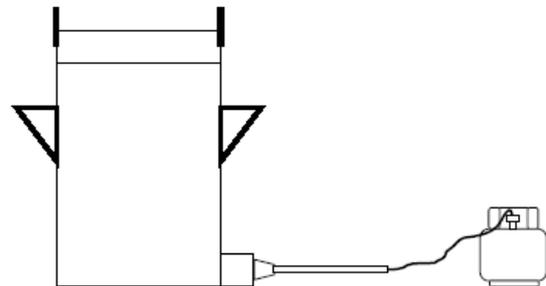
**Alternatif Desain Alat Pelebur Limbah Logam**



Gambar 17. Alternatif 1

- Pada alternatif 1 alat pelebur limbah logam di atas mempunyai konsep desain:
- a. Kapasitas peleburan  $\leq 50$  kg limbah logam massa cair
  - b. Bahan bakar solar + premium
  - c. Pemantik tidak permanen

- d. Terdapat pembakaran bawah dan atas pada kowi
- e. Pintu masuk bahan baku dari atas



Gambar 18. Alternatif 2

Pada alternatif 2 alat pelebur limbah logam di atas mempunyai konsep desain:

- a. Kapasitas peleburan  $\leq 50$  kg limbah logam massa cair
- b. Bahan bakar LPG
- c. Pemantik tidak permanen
- d. Pembakaran bawah pada kowi
- e. Pintu masuk bahan baku dari atas

Tabel 1. Perbandingan Alternatif Desain

Kriteria	Alternatif 1	Alternatif 2
Kapasitas	10 – 30 kg	10 – 50 kg
Bahan Bakar	Solar + Premium	LPG
Dimensi	Besar	Kecil
Kemudahan akses keluar masuk bahan baku	Cukup mudah	Mudah
Harga	Mahal	Murah
Perawatan	Mudah	Lebih Mudah

Yang terpilih adalah alternatif 2, dengan pertimbangan-pertimbangan terutama pada :

- a. Dimensi alternatif desain 2 lebih kecil dan kompak dibandingkan dengan alternatif desain 1 sehingga dapat mengurangi biaya pembuatan alat dengan kapasitas produksi yang sama.
- b. Ketersediaan bahan bakar LPG lebih mudah dan murah bila dibandingkan solar dan premium untuk mendapatkan tekanan dan temperatur yang diinginkan yaitu sampai dengan maksimal 1100°C.
- c. Alternatif desain 2 lebih ergonomis dibandingkan alternatif desain 1 karena dimensinya yang sesuai dengan posisi kerja pengrajin.
- d. Perawatan pada alternatif desain 2 lebih mudah karena desainnya yang *knock down* (bongkar pasang) sehingga bila ada bagian yang rusak dapat diperbaiki dengan mudah dan cepat.

### Pembuatan Alat Pelebur

Alat pelebur (dapur) ini berfungsi untuk meletakkan kowi yang akan dibakar dengan 1 brander (kompor). Rangka alat pelebur terbuat dari pelat besi yang dilas dan lapisan badan dalamnya terbuat dari bata tahan api dan semen tahan api. Alat pelebur limbah logam ini dibuat secara *knock down* yang terdiri dari dua bagian yaitu bagian bawah, dan bagian penutup atas. Pada masing-masing bagian terdapat lubang untuk brander (kompor) di bagian bawah dan lubang asap serta lubang termokopel di bagian atas. Setelah lapisan dalam kering kemudian dibakar agar kuat. Sama dengan kowi, alat pelebur ini tahan terhadap suhu sampai dengan 1400° C.



Gambar 19. Proses Pembuatan Tungku

### Peralatan Pelengkap

Peralatan pelengkap ini adalah peralatan yang digunakan untuk membuka tutup alat pelebur limbah kaca, eros (gayung) untuk mengambil cairan logam serta penjepit untuk mengatur kowi. Semua peralatan ini terbuat dari besi tuang.



Gambar 20. Peralatan Pelengkap

### Peralatan Tambahan

Peralatan tambahan ini adalah peralatan yang menunjang beroperasinya alat pelebur limbah logam. Peralatan tambahan ini adalah:

1. Tabung LPG, kapasitas 12 kg, berjumlah satu buah dan tabung LPG kapasitas 3 kg, berjumlah 1 buah.



Gambar 21. Bahan Bakar

2. Brander (kompor), berfungsi untuk membakar limbah logam. Berjumlah satu buah yang membakar kowi dari bagian bawah.



Gambar 22. Brander

3. Termokopel, berfungsi untuk mengukur temperatur. Termokopel ini tidak permanen, tipe R keramik, mampu mengukur hingga temperatur 1400° C. Panjang total 80 cm.



Gambar 23. Termokopel Set

### Hasil Akhir Alat Pelebur Limbah Logam



Gambar 24. Alat Pelebur Limbah Logam

### Proses Uji Coba Alat

Adapun proses uji cobanya adalah sebagai berikut :

- Semua peralatan dan bahan dipersiapkan.
- Api mulai dinyalakan. Pengukuran temperatur dengan menggunakan termokopel dimulai.



Gambar 25. Pemanasan dapur peleburan

- Sementara itu air mulai dimasak dalam tong dengan menggunakan bahan bakar kayu. Air ini berfungsi untuk menghangatkan tabung LPG.
- Limbah logam yang akan dilebur mulai dipanaskan diatas alat pelebur untuk mencegah terjadinya *shock thermal* ketika dimasukkan ke dalam alat pelebur.



Gambar 26. Pemanasan Limbah Logam

- Setelah limbah logam panas kemudian dimasukkan ke dalam alat pelebur dan selang beberapa waktu terus sesekali diaduk-aduk agar cair merata.



Gambar 27. Peleburan Limbah Logam

- Sementara itu temperatur terus diukur untuk mengetahui pencapaian titik lebur limbah logam.



Gambar 28. Pengukuran Temperatur

- Setelah limbah logam lebur kotoran-kotoran yang mengambang dibuang, kemudian cetakan mulai dipanaskan di atas alat pelebur dan ketika sudah panas cairan logam kuning dituang ke dalam cetakan. Setelah mengeras bentukan logam dikeluarkan dari cetakan.



Gambar 29. Proses pengambilan kotoran, pemanasan cetakan, penuangan cairan kuningan dan hasil cetakan

### Hasil Uji Coba

Pada saat dilakukan uji coba, terdapat beberapa temuan antara lain :

- Untuk sekali peleburan 50 kg limbah logam cair yang tadinya menghabiskan sekitar 25 liter solar dengan waktu peleburan sekitar 4 jam dengan pemberian bahan tambahan untuk mempercepat waktu peleburan, maka dengan alat pelebur limbah logam ini didapat bahwa untuk peleburan 50 kg limbah logam cair hanya menghabiskan 3/4 tabung LPG 12 kg dengan waktu peleburan sekitar 2 jam tanpa bahan tambahan.
- Jika proses peleburan menggunakan LPG 3 kg maka harus menggunakan 3 buah tabung. Kekurangannya bila dibandingkan dengan menggunakan tabung LPG 12 kg adalah :
  - LPG 3 kg harus terus dijaga dengan terus menerus menuangkan air panas agar isi tabung tidak membeku. Dengan demikian ada pemborosan bahan bakar kayu bakar yang biasa digunakan untuk memasak air panas. Sedangkan jika menggunakan LPG 12 kg hanya perlu satu kali saja menuangkan air panas yaitu pada kondisi limbah logam mulai melebur sehingga dapat menghemat kayu bakar.
  - Untuk penggunaan LPG 3 kg harus membuka tutup keran gas untuk pemindahan tabung bila isi tabung habis. Juga harus mengganti tabung bila sudah habis. Hal ini kurang efisien dalam pengerjaannya.

- Namun penggunaan LPG 3 kg lebih hemat biaya dibandingkan penggunaan LPG 12 kg dengan perhitungan harga LPG 12 kg Rp. 75.000,- sedangkan bila menggunakan LPG 3 kg :  $3 \times 4 \text{ tabung} = 12 \text{ kg}$  seharga @ Rp. 13.500,-/kg  $\times 4 = \text{Rp. } 54.000,-$

### KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil kegiatan yang telah dilaksanakan memberikan kesimpulan sebagai berikut :

1. Memperkenalkan teknologi tepat guna (Alat Pelebur Limbah Logam) pada masyarakat yang dalam hal ini para pengrajin cor kuningan karena teknologi yang diberikan sederhana dalam pengoperasiannya efektif dan efisien.
2. Dari hasil uji coba yang dilakukan didapati bahwa Alat Pelebur Limbah Logam jauh lebih hemat bahan bakar dan lebih cepat proses peleburannya sehingga dapat menghemat waktu dan biaya produksi. Selain itu alat pelebur limbah logam ini lebih bersih dan tidak berisik.
3. Adanya kegiatan pengabdian kepada masyarakat dengan tindakan nyata seperti demonstrasi alat, penyuluhan dan pelatihan pada sentra industri tersebut akan memberikan dorongan kepada pelaku industri yang sejenis yang berwawasan kewirausahaan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi, 2002, *Prosedur Penelitian*, Rhineka Cipta, Jakarta.
- Cohen, Lou, 1995, *Quality Function Deployment "How To Make QFD Work For You"*, Addison-Wesley Publishing Company One Jacob Way.
- Nurmianto, Eko, 2004, *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*, Edisi ke-2, Surabaya.
- Nigel Cross, 1996, *Engineering Design Methods (Strategies For Product Design)*, Second Edition.
- Sudjana, 1996, *Metode Statistika*, Edisi ke-5, Tarsito, Bandung.
- Wignjosoebroto, Sritomo, 2003, *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu*, Guna Widya, Jakarta.