

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT PELEBUR LIMBAH KACA

¹⁾Priscilla Tamara, ²⁾Peniel I. Gultom, ³⁾Sanny Andjarsari

^{1,3)}Jurusan Teknik Industri D3, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang

²⁾Jurusan Teknik Mesin D3, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang

ABSTRAK

Kemampuan produksi dan desain manik-manik yang dikerjakan pengrajin manik-manik kaca di Plumbon Gombang, Jombang, sudah mencapai titik optimal dan sulit untuk bisa ditingkatkan kemampuannya dengan kondisi peralatan dan fasilitas kerja yang ada. Saat ini proses peleburan limbah kaca dilakukan secara tradisional dengan kapasitas peleburan sebanyak 1 – 2 kg diletakkan dalam wadah dengan menggunakan kompor berbahan bakar LPG - disebut *brander* – api ditembakkan langsung ke arah limbah kaca tersebut hingga meleleh berbentuk seperti gulali (panas yang dibutuhkan 400° C - 600° C).

Berdasarkan survey ditemukan bahwa masih dimungkinkan untuk menaikkan jumlah produksi dan pengembangan desain manik-manik kaca tersebut dengan mengadakan perbaikan pada metode kerja dan perubahan rancang bangun pada fasilitas kerja yang membuat para pengrajin lebih nyaman, tidak cepat lelah dan mengurangi panas yang menerpa tubuh pengrajin serta dapat lebih mengembangkan desain pada produknya. Perbaikan fasilitas kerja ini terutama pada proses peleburan limbah kaca yaitu dari bahan mentah (limbah kaca) menjadi bahan baku manik-manik (batangan kaca).

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat alat pelebur limbah kaca yang mampu melebur limbah kaca hingga mencair dengan kapasitas yang cukup besar, serta menyamankan dan mempermudah pengrajin dalam bekerja. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan alat pelebur limbah kaca tersebut terdapat efisiensi waktu standar peleburan dengan hasil yang jauh lebih banyak dan dapat mencairkan limbah kaca.

Kata kunci: manik-manik kaca, pelebur limbah kaca, efisiensi waktu standar

Desa Plumbon – Gombang, Kecamatan Gudo, Kabupaten Jombang saat ini sudah menjadi daerah sentra industri kecil kerajinan manik-manik kaca yang produknya berupa kalung, gelang, tasbih, giwang, mata cincin, gantungan kunci dan sebagainya yang menggunakan limbah kaca sebagai bahan bakunya. Produk manik-manik ini juga sudah diposisikan sebagai salah satu produk kerajinan cinderamata khas daerah Jombang – Jawa Timur hingga dipasarkan di mancanegara.

Kemampuan produksi dan desain manik-manik yang dikerjakan pengrajin sudah mencapai titik optimal dan sulit untuk bisa ditingkatkan kemampuannya dengan kondisi peralatan dan fasilitas kerja yang ada saat ini. Namun berdasarkan survey ditemukan bahwa masih dimungkinkan untuk menaikkan jumlah produksi dan pengembangan desain manik-manik kaca tersebut dengan mengadakan perbaikan pada metode kerja dan perubahan rancang bangun pada fasilitas kerja yang membuat para pengrajin lebih nyaman, tidak cepat lelah dan mengurangi panas yang menerpa tubuh pengrajin serta dapat lebih mengembangkan desain pada produknya. Perbaikan fasilitas kerja ini terutama pada

proses peleburan limbah kaca yaitu dari bahan mentah (limbah kaca) menjadi bahan baku manik-manik (batangan kaca).

Saat ini proses peleburan limbah kaca dilakukan secara tradisional dengan kapasitas peleburan yang sangat sedikit. Proses peleburan limbah kaca tersebut adalah yang pertama limbah kaca sebanyak 1 – 2 kg diletakkan dalam wadah tembikar dan diberi pewarna kimia yang berupa butiran pewarna, kemudian dengan menggunakan kompor berbahan bakar LPG - disebut *brander* – api ditembakkan langsung ke arah limbah kaca tersebut hingga meleleh berbentuk seperti gulali (panas yang dibutuhkan 400° C - 500° C). Gulali kaca tersebut dilengketkan pada sebatang besi kemudian ujungnya ditarik dengan menggunakan semacam tang hingga membentuk batangan-batangan kaca berwarna sepanjang ± 1 meter. Proses peleburan ini menghabiskan waktu sangat lama disebabkan kapasitas yang sangat terbatas.

Melihat kondisi di atas maka dipandang perlu untuk melakukan perancangan alat pelebur limbah kaca sehingga para pengrajin akan lebih nyaman dan aman dalam bekerja serta dapat meningkatkan jumlah produksi

dengan adanya alat pelebur limbah kaca yang berkapasitas besar.



Gambar 1. Peleburan Limbah Kaca Tradisional

METODE

1. Survey Data Lapangan

Mencari informasi tentang kondisi alat dan pengrajin serta menggali permasalahan yang ada pada proses peleburan limbah kaca.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang diperlukan sebagai penunjang yaitu:

- Data alat pelebur limbah kaca yang sudah pernah ada dan yang sedang dipakai saat ini.
- Data proses pembuatan manik-manik kaca secara keseluruhan
- Data waktu peleburan limbah kaca dengan outputnya

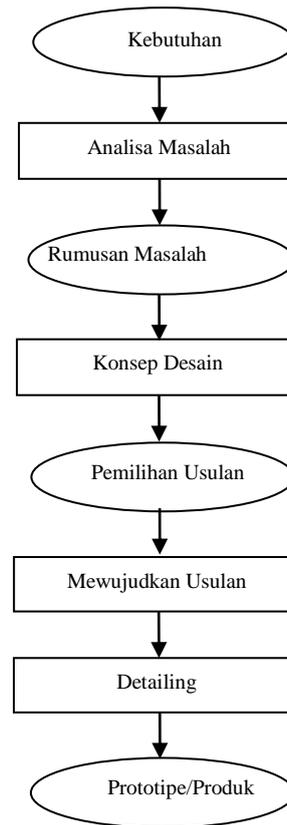
3. Pengolahan Data

Melakukan pengolahan data melalui studi literatur untuk mendapatkan metode yang tepat guna memecahkan permasalahan yang ada, yaitu menentukan ukuran dan sistem kerja alat pelebur limbah kaca yang sesuai dengan kondisi pengrajin manik-manik kaca.

4. Alur Pemecahan Masalah

1. Survey Lokasi Penelitian
2. Perumusan Masalah
3. Pengumpulan Data
4. Pengolahan Data
5. Perbandingan antara secara Manual dengan Produk Baru.

5. Kesimpulan



Gambar 2. *French Model of the Design Process*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Manik-manik Kaca Plumbon Gambang

Kerajinan manik-manik khas Jombang tersebut terbuat dari bahan limbah kaca yang diolah sedemikian rupa sehingga menghasilkan bahan souvenir yang cantik serta menarik dan elegan. Sehingga souvenir manik-manik khas Jombang dan orang-orang biasa menyebut Manik-Manik Gudo Jombang tersebut begitu diminati oleh masyarakat bahkan sampai ke manca negara.

Warga Plumbon Gambang sudah mengenal manik-manik sekitar tahun 1977. Awalnya bahan kaca itu dibentuk buah-buahan, bunga, dan tasbih. Baru tahun 1980 beralih ke manik-manik.

Namun, akibat perdagangan bebas ACFTA, kini produksi manik-manik Plumbon Gambang merosot tajam hingga 40 persen, sehingga sebagian pengrajinnya kembali menjadi petani dan buruh. Sementara yang masih bertahan menjadi pengrajin, sebagian hanya memproduksi ketika ada pesanan.



Gambar 3. Manik-manik tipe standar



Gambar 4. Manik-manik desain baru



Gambar 5. Limbah Kaca dan Peralatan Produksi

Tahapan Pembuatan Manik-Manik Kaca

Proses pembuatan manik-manik kaca secara keseluruhan terdiri dari 3 tahap utama, yaitu :

- Tahap 1 – **Pembuatan Batangan Kaca** :
 - a. Persiapan.
 - b. Pembuatan batang kaca, limbah kaca dilebur / dilelehkan, kemudian dibentuk menjadi batangan-batangan kaca berwarna sepanjang ± 1 meter. Bersamaan dengan proses peleburan,

limbah kaca tersebut diberi warna sesuai keinginan dengan menggunakan bahan pewarna :

- Melebur limbah kaca dalam wadah peleburan
- Hingga menempel di pipa besi, kemudian dibentuk menjadi 'pentol' gulali.
- Ditarik dengan menggunakan tang, menjadi batangan kaca.

c. Penyimpanan.



Gambar 6. Batangan Kaca Disimpan

- Tahap 2 – **Pembuatan Manik-Manik Kaca** :
 - a. Pembuatan manik-manik kaca, batangan kaca dilebur, sambil dibentuk sesuai dengan tujuan pembuatannya. Setelah jadi, kemudian didinginkan dengan cara di angin-anginkan.
 - b. Penghalusan manik-manik kaca.



Gambar 7. Pembuatan Manik-Manik Kaca

- Tahap 3 – **Finishing** :
 - a. Pembersihan
 - b. Perangkaian

Kondisi Peleburan Limbah Kaca Cara Tradisional



Gambar 8. Proses Peleburan Limbah Kaca

- Penetapan prosentase kelonggaran :
 - *Personal allowance* = 5 %
 - *Fatigue allowance* ditetapkan berdasarkan faktor yang berpengaruh yaitu :
 - Tenaga yang dikeluarkan = 10 %
 - Sikap kerja = 5 %
 - Gerakan tangan = 10 %
 - *Delay Allowance* = 5 %
- Perhitungan waktu standar

$$W_s = W_n \times \frac{100\%}{100\% - \% Allowance}$$

$$= 82,08 \times \frac{100\%}{100\% - 35\%}$$

$$= 126,27 \text{ menit / 2 kg}$$

$$\approx 2 \text{ jam 6 menit / 2 kg}$$

Waktu Kerja Produksi Secara Tradisional

- Bahan yang akan dilebur adalah kaca kristal yang merupakan limbah kaca terkeras yang digunakan oleh pengrajin.



Gambar 9. Jenis Kaca Kristal

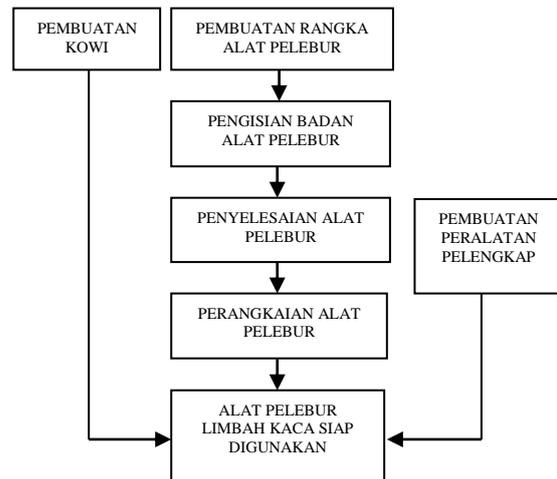
- Berat limbah yang dilebur adalah 2 kg limbah kaca massa padat yang merupakan kapasitas maksimal pada kowi tradisional.
- Waktu normal untuk proses peleburan 2 kg limbah kaca kristal hanya sampai bentuk gulali dengan suhu titik peleburan 600°C hingga siap ditarik menjadi batangan kaca, dihitung berdasarkan faktor penyesuaian yang telah ditetapkan, yaitu :

$$W_n = W_{observasi \text{ rata-rata}} \times P$$

$$= 72 \times 1,14$$

$$= 82,08 \text{ menit / 2 kg}$$

Pembuatan Alat Pelebur Limbah Kaca

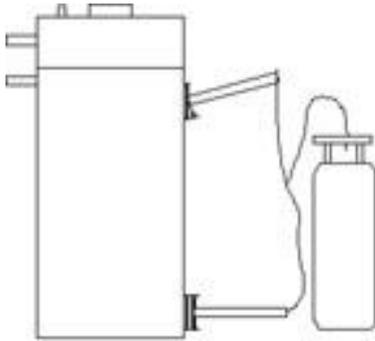


Gambar 10. Proses Pembuatan Alat Pelebur Limbah Kaca

Rancangan Alat Pelebur Limbah Kaca

Alat pelebur limbah kaca ini harus memenuhi kriteria sebagai berikut :

- a. Mempunyai kapasitas lebih dari 6 kg kaca massa cair
- b. Dapat dipindah (*mobile, knockdown*)
- c. Menggunakan bahan bakar yang dapat memanaskan hingga lebih dari 1200°C.
- d. Pembakaran langsung (api ditembakkan langsung ke limbah kaca)
- e. Dapat diaduk
- f. Panas yang diterima pengrajin tidak lama



Gambar 11. Rancangan Alat Pelebur Limbah Kaca

Hasil Rancangan



Gambar 12. Desain Akhir Alat Pelebur Limbah Kaca

Proses Uji Coba Alat

Setelah pembuatan Alat Pelebur Limbah Kaca selesai maka dilakukan uji coba langsung di Sentra Industri Manik-Manik Kaca, desa Plumbon Gambang, Kecamatan Gudo, Kabupaten Jombang. Uji coba tersebut sekaligus serah terima Alat Pelebur Limbah Kaca kepada APMA (Asosiasi Pengusaha Manik-Manik dan Aesoris) Jombang.

Adapun proses uji cobanya adalah sebagai berikut :

- Semua peralatan dan bahan dipersiapkan. Bahan bakar yang terdiri dari solar dan premium dimasukkan ke dalam tabung bahan bakar.
- Setelah itu kompresor serta asesoris peralatan juga disiapkan dan alat pelebur limbah kaca disusun.
- Bahan baku limbah kaca yang digunakan adalah limbah kaca kristal yang biasa digunakan oleh pengrajin.

- Setelah semua persiapan selesai mulailah proses peleburan. Selama proses peleburan berlangsung, kaca dalam kowi yang berada di dalam alat pelebur harus diaduk secara berkala agar pencairannya rata.



Gambar 13. Peleburan

- Kurang lebih peleburan pertama ini memakan waktu selama 2 jam agar kaca mencair rata. Suhu tertinggi yang dicapai adalah 1320°C. Setelah mencair, kaca dituang ke dalam cetakan yang sudah dipanaskan.



Gambar 14. Pengukuran Temperatur

Waktu Kerja Produksi Dengan Alat Baru

- Bahan yang akan dilebur adalah kaca kristal.
- Berat limbah yang dilebur adalah 10 kg limbah kaca massa padat yang merupakan kapasitas maksimal kowi baru yang digunakan pada alat.
- Waktu normal untuk proses peleburan 10 kg limbah kaca kristal hanya sampai bentuk

gulali dengan suhu dititik peleburan 600°C hingga siap ditarik menjadi batangan kaca, dihitung berdasarkan faktor penyesuaian yang telah ditetapkan, yaitu :

$$\begin{aligned} W_n &= W_{\text{observasi rata-rata}} \times P \\ &= 26 \times 1,14 \\ &= 29,64 \text{ menit /10 kg} \end{aligned}$$

- Penetapan prosentase kelonggaran :
 - *Personal allowance* = 2 %
 - *Fatigue allowance* ditetapkan berdasarkan faktor yang berpengaruh yaitu :
 - Tenaga yang dikeluarkan = 5 %
 - Sikap kerja = 3 %
 - Gerakan tangan = 5 %
 - *Delay Allowance* = 5 %
- Total prosentase kelonggaran = 20 %
- Perhitungan waktu standar

$$\begin{aligned} W_s &= W_n \times \frac{100\%}{100\% - \% \text{ Allowance}} \\ &= 29,64 \times \frac{100\%}{100\% - 20\%} \\ &= 37,05 \text{ menit / 10 kg} \end{aligned}$$

Untuk mencapai bentuk gulali.

- Waktu normal untuk proses peleburan 10 kg limbah kaca kristal hingga cair dengan suhu peleburan 1320°C hingga siap dituang untuk dicetak, dihitung berdasarkan faktor penyesuaian yang telah ditetapkan, yaitu :

$$\begin{aligned} W_n &= W_{\text{observasi rata-rata}} \times P \\ &= 83 \times 1,14 \\ &= 94,62 \text{ menit /10 kg} \end{aligned}$$

- Total prosentase kelonggaran = 20 %
- Perhitungan waktu standar

$$\begin{aligned} W_s &= W_n \times \frac{100\%}{100\% - \% \text{ Allowance}} \\ &= 94,62 \times \frac{100\%}{100\% - 20\%} \\ &= 118,3 \text{ menit / 10 kg} \\ &\approx 1 \text{ jam } 58,3 \text{ menit /10 kg} \end{aligned}$$

Untuk mencapai bentuk cair.

Spesifikasi Alat



Gambar 15. Setelah Uji Coba

Alat Pelebur Limbah Kaca :

- Dimensi Ø 55 cm x 65 cm
- Sistem Knockdown
- Bahan bakar solar dan premium
- Kapasitas 10 kg limbah kaca massa cair
- Temperatur maksimal 1400°C
- Mempunyai 2 brander

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil kegiatan penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Memperkenalkan teknologi tepat guna (Alat Pelebur Limbah Kaca) pada masyarakat yang dalam hal ini para pengusaha manik-manik kaca yang tergabung dalam APMA Jombang, karena teknologi yang diberikan sederhana dalam pengoperasiannya efektif dan efisien.
2. Dari hasil uji coba yang dilakukan didapati bahwa Alat Pelebur Limbah Kaca dapat juga difungsikan untuk penggunaan selain peleburan limbah kaca sehingga para pengrajin dapat bereksperimen untuk menghasilkan kreasi-kreasi baru yang berbahan baku limbah kaca.

Saran

1. Sebelum dilebur, limbah kaca sebaiknya dihaluskan terlebih dulu agar dapat mempercepat proses peleburan yang nantinya juga akan menghemat bahan bakar.
2. Jika penggunaan kompresor maksimal maka kedua brander (atas bawah) dapat berfungsi dengan baik sehingga dapat mencapai suhu 1400°C yang berarti akan mempercepat proses peleburan yang dapat menghemat bahan bakar juga.
3. Ketika proses peleburan berlangsung pada saat mengaduk cairan kaca jangan keras-keras karena akan merusak kowi, begitu juga ketika akan menuang cairan kaca jangan dikeruk.
4. Untuk mendapatkan warna yang bagus, sebaiknya satu kowi digunakan untuk melebur satu warna saja.

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.
- Wigjosoebroto, S., *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*, Edisi Pertama, Hlm. 23-28, 56-58, Penerbit Guna Widya, Surabaya, 2008