

## PENGEMBANGAN KOWI UNTUK PELEBURAN LIMBAH KACA DENGAN METODE QFD

1) **Priscilla Tamara**, 2) **Peniel I. Gultom**, 3) **Sanny Andjar Sari**

<sup>1,3)</sup> Program Studi Industri D3, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang

<sup>2)</sup> Jurusan Teknik Mesin D3, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang

### ABSTRAK

Di sentra industri manik-manik kaca desa Plumbon-Gambang, saat ini proses peleburan limbah kaca dilakukan secara tradisional dengan kapasitas peleburan hanya sebanyak 1 – 2 kg diletakkan dalam kowi (*crucible*) tembikar dan diberi 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. Dari tungku hasil pengabdian yang dilakukan oleh peneliti ditemukan bahwa kowi (*crucible*) dapat bertahan lama jika menggunakan kowi impor (*salamander*) sedangkan jika menggunakan kowi lokal (*grafit*) hanya dapat bertahan maksimal 10 kali peleburan dengan perlakuan halus dan 5 kali peleburan dengan perlakuan kasar. Kendalanya adalah harga kowi impor jauh lebih mahal dibandingkan kowi lokal. Hingga sejauh ini belum ada kowi lokal yang mempunyai karakteristik khusus peleburan kaca untuk skala industri kecil yaitu kuat, tahan hingga suhu 1600°C. Dengan menggunakan metode QFD (*Quality Function Development*), ditemukan bahwa karakteristik kowi untuk peleburan limbah kaca adalah tahan terhadap suhu tinggi ( $\geq 1400^\circ\text{C}$ ), kuat, harganya terjangkau dan memiliki penampang yang cukup lebar dengan kedalaman disesuaikan. Dari penelitian yang telah dilakukan ditemukan 3 komposisi bahan dan bentuk yang sesuai dengan karakteristik tersebut.

Kata kunci : Kowi, Peleburan limbah kaca, QFD

Sentra industri manik-manik kaca di Desa Plumbon – Gambang, Kecamatan Gudo, Kabupaten Jombang saat ini sudah menjadi daerah sentra industri kecil yang produknya diposisikan sebagai salah satu kerajinan cinderamata khas daerah Jombang, Jawa Timur hingga dipasarkan di mancanegara.

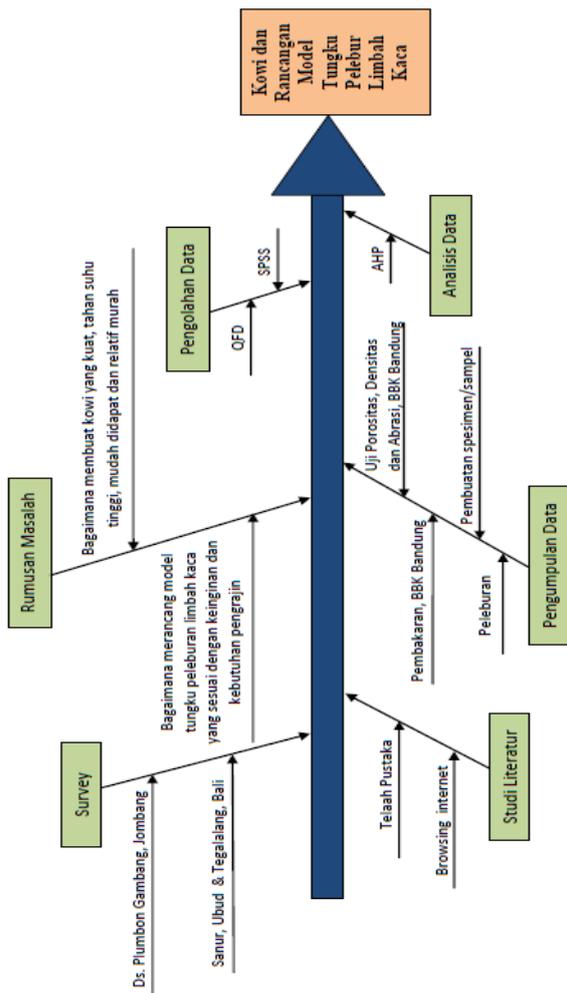
Namun metode pengolahan limbah kaca yang bisa dilakukan hanya dengan metode tarik saja karena proses peleburan limbah kaca hanya sampai suhu 500° C yang berarti kaca tidak sampai mencair melainkan hanya sampai bentuk gulali saja. Sehingga perkembangan jenis desain dan kemampuan sudah mencapai titik optimal dan sulit untuk bisa ditingkatkan kemampuannya dengan kondisi peralatan dan fasilitas kerja yang ada saat ini. Peleburan limbah kaca dilakukan secara tradisional dengan kapasitas peleburan yang sangat sedikit. Limbah kaca sebanyak 1 – 2 kg diletakkan dalam kowi (*crucible*) tembikar kemudian dengan menggunakan kompor berbahan bakar LPG - disebut *brander* – api ditembakkan

langsung ke arah limbah kaca tersebut hingga meleleh berbentuk seperti gulali. Proses peleburan ini menghabiskan waktu sangat lama disebabkan kapasitas yang sangat terbatas.

Dari tungku hasil pengabdian yang dilakukan oleh peneliti ditemukan bahwa kowi (*crucible*) dapat bertahan lama jika menggunakan kowi impor (*salamander*) sedangkan jika menggunakan kowi lokal (*grafit*) hanya dapat bertahan maksimal 10 kali peleburan dengan perlakuan halus dan 5 kali peleburan dengan perlakuan kasar. Kendalanya adalah harga kowi impor jauh lebih mahal dibandingkan kowi lokal. Hingga sejauh ini belum ada kowi lokal yang mempunyai karakteristik khusus peleburan limbah kaca untuk skala industri kecil yaitu kuat dan tahan hingga suhu 1600°C.

Maka penelitian ini bertujuan untuk menemukan desain kowi yang sesuai dengan karakteristik peleburan limbah kaca dengan menggunakan metode QFD (*Quality Function Development*).

**METODE PENELITIAN**



Gambar 1. Metode Penelitian

**Rancangan QFD (Quality Function Development) Pengembangan Kowi untuk peleburan limbah kaca**

- STEP 1 – Menentukan Atribut Produk Kowi Peleburan Limbah Kaca
- STEP 2 - *Engineering Characteristics*
- STEP 3 - Interaction Matrix
- STEP 4 - Interaction Between Parameters
- STEP 5 - Technical Analysis & Target Values

**HASIL DAN PEMBAHASAN Limbah Kaca**

Limbah kaca adalah salah satu material non organik yang cukup sulit didaur ulang sehingga beberapa proses mendaur ulang kaca yang biasa digunakan adalah :

- Mengolah potongan kaca menjadi sebuah bentuk benda seni yang unik.

- Mengolah potongan kaca kecil-kecil untuk ditempelkan pada suatu material lain hingga menghasilkan benda seni tertentu.
- Melebur limbah kaca menjadi benda produk yang dapat dimanfaatkan kembali seperti wadah dan botol daur ulang.
- Melebur limbah kaca untuk menjadi benda seni dan asesoris seperti manik-manik dan elemen interior.

**Proses Pengolahan Limbah Kaca Dengan Peleburan**

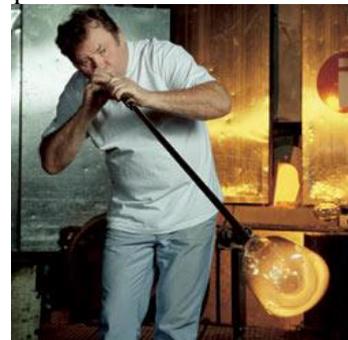
1. Proses Tarik

Kaca dilebur sampai suhu 500° C, kemudian dilengketkan pada sebatang besi, lalu ditarik sambil tetap dibakar.



Gambar 2. Metode Tarik

2. Proses Tiup



Gambar 3. Metode Tiup

3. Proses Tiup-cetak



Gambar 4. Metode Tiup-cetak

## Kowi

Kowi adalah sebuah istilah yang digunakan oleh orang-orang dibidang industri peleburan terutama logam dan industri keramik. Dalam penggunaannya ada juga yang menyebutnya 'kapsel'. Dalam bahasa Inggris, kowi disebut *crucible* yang mempunyai pengertian "wadah keramik atau logam dimana logam atau bahan lainnya dapat meleleh atau mengalami suhu yang sangat tinggi".

Kowi yang saat ini digunakan untuk peleburan limbah kaca di sentra industri manik-manik kaca adalah kowi tembikar tanpa tungku.



Gambar 5. Kowi tembikar

Kowi yang digunakan pada tungku pelebur limbah kaca hasil pengabdian tim peneliti adalah kowi grafit dan salamander.



Gambar 6. Kowi Salamander dan Grafit

Kowi yang digunakan oleh pengrajin limbah kaca di Bali untuk produksi kaca cetak, tiup dan cetak+tiup.



Gambar 7. Kowi dari bata tahan api

## Karakteristik Peleburan Limbah Kaca

- Limbah kaca harus ditembak langsung oleh api tanpa *blower*.
- Besaran nyala api dapat ditambah dengan oksigen.
- Kowi tidak boleh terlalu dalam agar kaca dapat memperoleh panas yang dibutuhkan secara merata.
- Setelah kaca mencair harus terus dibakar selama beberapa jam lagi agar diperoleh hasil yang baik (warna yang diinginkan).
- Limbah kaca sangat cepat membeku setelah keluar dari api (peleburan)

Hasil survey lapangan, wawancara dan diskusi baik dengan para pengrajin maupun dengan beberapa pakar maka terdapat beberapa jenis material yang dapat digunakan untuk peleburan limbah kaca yaitu bahan refraktori, besi, porcelen, pyrex dan salamander.

Dari kelima bahan tersebut yang paling sesuai dengan karakteristik peleburan limbah kaca dan keinginan konsumen adalah bahan refraktori tinggi jenis asam.

## Rancangan QFD Pengembangan Kowi untuk peleburan limbah kaca

Produktifitas bagi semua industri sangat penting. Salah satu cara meningkatkan produktifitas dengan perancangan sistem kerja yang praktis. Penggunaan kowi untuk peleburan limbah kaca yang ada masih menggunakan produk luar negeri yang mengakibatkan harga kowi mahal dan bentuknya tidak sesuai dengan karakteristik peleburan limbah kaca. Rancangan yang dikembangkan diharapkan dapat diterima para pengrajin limbah kaca di seantero nusantara.

### ➤ STEP 1 – Menentukan Atribut Produk Kowi Peleburan Limbah Kaca

Berdasarkan survey mengenai keinginan konsumen terhadap produk dan menanyakan lewat wawancara untuk menentukan *importance rating* berdasarkan skala likert dengan skala 1 sampai 5, dimana angka 1 menunjukkan *least important* dan angka 5 menunjukkan *most important*. Hasil survey tersebut ditunjukkan dalam tabel berikut:

Tabel 1. Importance Rating

Product Attributes	Relative Importance Index (Weight Factors)
1 Tahan temperatur tinggi	5
2 Bentuk yang sesuai	5
3 Tahan lama	4
4 Kokoh	3
5 Harga terjangkau	3
6 Mudah dibersihkan	2

➤ STEP 2-Engineering Characteristics

Rancangan produk baru dijabarkan dalam pengertian karakteristik / parameter teknis dimana dapat didasarkan pada spesifikasi teknis produk atau menurut operasionalisasi dari atribut-atribut produk yang ada. Berikut ini sebuah tabel yang mengeksplorasi kebutuhan teknis dari rancangan kowi untuk peleburan limbah kaca.

Tabel 2. Engineering Characteristics

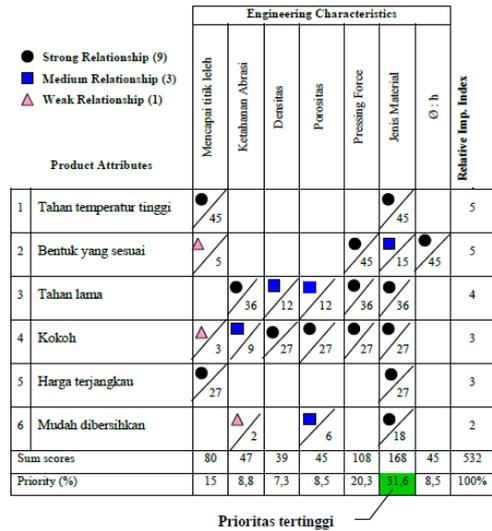
What & How	Engineering Characteristics						Relative Imp. Index
	Mencapai titik leleh	Ketahanan Abrasi	Densitas	Porositas	Pressing Force	Jenis Material	
1 Tahan temperatur tinggi							5
2 Bentuk yang sesuai							5
3 Tahan lama							4
4 Kokoh							3
5 Harga terjangkau							3
6 Mudah dibersihkan							2

➤ STEP 3 - Interaction Matrix

Inti dalam metode QFD adalah hubungan antara atribut-atribut produk (*what*) dengan parameter teknis (*how*). Evaluasi dari setiap sel matriks yang menunjukkan apakah hubungan kuat-erat (*strong*) = 9, sedang (*medium*) = 3, lemah (*weak*) = 1 atau tidak ada hubungannya sama sekali.

Jumlah skor untuk tiap-tiap parameter teknis (per kolom matriks) akan menunjukkan prioritas yang harus diambil dari proyek perbaikan rancangan.

Untuk lebih jelasnya dapat digambarkan matrik interaksi antara atribut produk dengan parameter teknis yang telah dijabarkan sebelumnya, sebagai berikut :

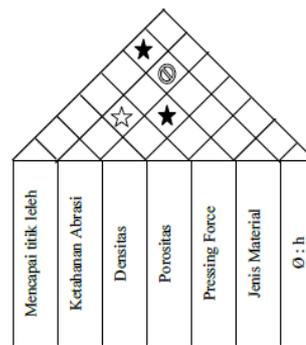


Gambar 8. Matriks Interaksi

➤ STEP 4 - Interaction Between Parameters

Perubahan sebuah parameter akan mempengaruhi hubungan dengan parameter yang lain. Hal penting yang perlu ditetapkan terlebih dahulu adalah derajat hubungan antara parameter-parameter yang ada sebelum mengembangkan solusi alternatif untuk perbaikan satu atau lebih dari parameter-parameter teknis dari produk secara spesifik. Bagian ini merupakan posisi atap dari rumah kualitas (*roof of QFD*).

- ★ positif sekali
- ☆ positif
- ⊖ negatif
- ⊖ negatif sekali



Gambar 9. Roof of QFD

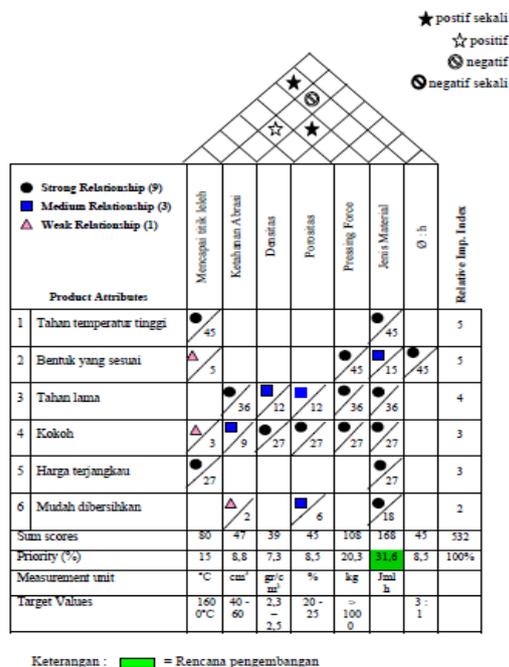
➤ STEP 5 - Technical Analysis & Target Values

Pada tahap ini desain produk lama dengan produk kompetitor – yang dijadikan acuan untuk “*benchmarking*” – dianalisis, diperbandingkan dan dievaluasi untuk menetapkan nilai-nilai parameter teknis yang perlu memperoleh perhatian untuk perbaikan produk.

Langkah ini akan memberikan kemungkinan untuk langkah perbaikan serta penetapan “*target values*” yang harus bisa dipenuhi oleh rancangan produk yang akan dikembangkan. Bagian ini berada pada bagian bawah bagan QFD.

	Mencapai titik leleh	Ketahanan Abrasi	Densitas	Porositas	Pressing Force	Jenis Material	Ø : h
Measurement unit	°C	cm <sup>3</sup>	gr/cm <sup>3</sup>	%	kg	Jumlah	
Target Values	1600°C	40 - 60	2,3 - 2,5	20 - 25	> 1000		3 : 1

Berikut ini hasil final dari *QFD development plan* berupa RUMAH KUALITAS.



Gambar 10. House of Quality

Dengan menggunakan metode QFD, ditemukan bahwa karakteristik kowi untuk peleburan limbah kaca adalah tahan terhadap suhu tinggi ( $\geq 1400^\circ \text{C}$ ), kuat, harganya terjangkau dan memiliki penampang yang cukup lebar dengan bentuk yang sesuai. Dari penelitian yang telah dilakukan ditentukan satu buah bentuk kowi dari tiga bentuk kowi alternatif yang sesuai dengan karakteristik tersebut seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 11. Alternatif 1



Gambar 12. Alternatif 2



Gambar 13. Alternatif 3

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil kegiatan penelitian yang telah dilaksanakan memberikan kesimpulan :

- Kowi yang digunakan untuk peleburan limbah kaca tidak sama dengan kowi yang biasa digunakan untuk melebur logam.
- Teknik peleburan limbah kaca yang langsung membakar bahan dari atas, menyebabkan bentuk kowi menjadi spesifik dan model tungku juga akan berbeda dengan tungku peleburan logam.
- Dari hasil rancangan QFD maka terpilih kowi Alternatif 3 yang sesuai dengan perbandingan  $\text{Ø} : h = 3 : 1$ .

- d. Material yang digunakan sesuai dengan karakteristik peleburan limbah kaca yaitu refraktori tinggi jenis asam.

#### Saran

Untuk mempercepat pengeringan kowi dapat dilakukan pengovenan dengan temperatur 200° C sebelum dibakar.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Cohen, Lou, 1995, *Quality Function Deployment "How To Make QFD Work For You"*, Addison-Wesley Publishing Company One Jacob Way.
- Khoo L.P. and Ho N.C. (1996). "Framework of a fuzzy quality function deployment system". *International Journal of Production Research*, vol. 34, No.2, pp. 299-311.
- Mizuno, Shigeru & Akao, Yoji, 1994, *QFD: The Customer Driven Approach to Quality Planning and Deployment*, Asian Productivity Organization, Hongkong.
- Nelson, Glenn C., 1984, *Ceramics*, Fifth Edition, CBS College Publishing, New York.
- Peterson, Susan, 1999, *The Craft and Art Of Clay*, Third Edition, Laurence King, London.
- Saaty, T. L. 1988. *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority, Setting, Resource Allocation*, University of Pittsburgh, USA.
- Saaty, T. L. 1993. *Pengambilan Keputusan Bagi Para Pemimpin, Proses Hirarki Analitik Untuk Pengambilan Keputusan Dalam Situasi Yang Kompleks*, Alih Bahasa: Liana S., PT. Pustaka Binaman Pressindo, Jakarta.
- Tamara, Priscilla, 2006, *Analisis Hubungan Antara Sikap Kerja, Ekonomi Gerakan Dan Tingkat Kelelahan Terhadap Hasil Produksi (Studi Kasus Di Stasiun Kerja Pengrajin Pada Industri Kecil Manik-Manik Kaca, Desa Plumbon Gombang – Jombang)*, ITN, Malang.
- Tamara, Priscilla, 2012, *IbM Perancangan Dan Pembuatan Alat Pelebur Dan Pencetak Limbah Kaca Dalam Rangka Pengabdian Kepada Masyarakat Di APMA (Asosiasi Pengusaha Manik-Manik Dan Aksesoris) Jombang*, Ditlitabmas.
- Widodo, Imam Djati, 2005, *Perencanaan dan Pengembangan Produk*, UII Press, Yogyakarta.