

## Rancang Bangun *Metal Foundry* Limbah Aluminium Bekas Berkapasitas 2 Kg Berbahan Bakar LPG

Ahmad Alfi Mubarak<sup>1</sup>, M. Muslimin Ilham<sup>2</sup>, A. Sulhan Fauzi<sup>3</sup>  
Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri  
E-mail: \*<sup>1</sup>[alfiahmad0@gmail.com](mailto:alfiahmad0@gmail.com), <sup>2</sup>[immusliminilham@gmail.com](mailto:immusliminilham@gmail.com),  
<sup>3</sup>[sulhanfauzi@unpkediri.ac.id](mailto:sulhanfauzi@unpkediri.ac.id)

**Abstrak** - Pengelolaan sampah rumah tangga di Indonesia masih merupakan permasalahan yang belum dapat ditangani dengan baik. Seperti halnya sampah aluminium masih belum efektif pemanfaatannya. Upaya menerapkan teknologi tepat guna dalam pengembangan industri kecil merupakan salah satu untuk membuka lapangan kerja dan mengurangi pengangguran pada remaja saat ini. Salah satunya dengan membuka usaha peleburan logam dengan memanfaatkan logam bekas yang berasal dari limbah yang ada pada masyarakat seperti limbah aluminium limbah bekas. Limbah logam yang paling banyak ditemui adalah aluminium karena jenis logam ini banyak dipakai manusia. Perancangan alat ini bertujuan untuk pengembangan usaha rumahan daur ulang logam. Logam bekas dikumpulkan kemudian diubah menjadi bahan baru berkualitas dalam peleburan. Pada perancangan ini alat menggunakan pipa stainless steel silinder berdiameter 10,6 cm, tinggi 20 cm, dengan besar tungku krusibel memiliki panjang 53 cm, tinggi 55 cm. dengan menggunakan bahan bakar gas lpg krusibel/ladel dapat menampung aluminium sebanyak 2 kg selama 14 menit.

**Kata Kunci** — limbah aluminium bekas, sampah rumah tangga, mengurangi pengangguran

### 1. PENDAHULUAN

Pengecoran logam sangat penting dalam menunjang pembangunan industri di Indonesia pada hakekatnya adalah untuk mengurangi ketergantungan pada negara-negara lain. Kemampuan dalam menghasilkan produk hasil peleburan logam untuk keperluan sendiri bisa juga dipakai sendiri hasil peleburan. Untuk mengurangi masuknya barang-barang impor ke Indonesia maka dari itu melalui proses peleburan logam sendiri dapat dikembangkan produk-produk dengan skala besar maupun skala kecil. Upaya menerapkan teknologi tepat guna dalam pengembangan industri kecil merupakan salah satu untuk membuka lapangan kerja dan mengurangi pengangguran pada remaja saat ini. Salah satunya dengan membuka usaha peleburan logam dengan memanfaatkan logam bekas yang berasal dari limbah yang ada pada masyarakat seperti limbah aluminium. Limbah logam yang paling banyak ditemui adalah aluminium karena jenis logam ini banyak dipakai manusia. Logam-logam sangat memungkinkan untuk didaur ulang. Manfaat logam bekas yang telah dikumpulkan kemudian diubah menjadi bahan berkualitas baru dalam peleburan. Logam bekas yang telah dikumpulkan untuk didaur ulang adalah bahan yang tidak harus dikelola sebagai limbah. Ini adalah sumber daya berharga yang diubah menjadi bahan bernilai tambah.

Dalam proses pengecoran logam tahapan peleburan untuk mendapatkan logam cair pasti akan dilakukan dengan menggunakan suatu tungku peleburan dimana material bahan baku dan jenis tungku yang akan digunakan harus disesuaikan dengan material yang akan dilebur seperti limbah barang aluminium bekas seperti panci bekas dan perabotan yang menggunakan peralatan aluminium lainnya [1].

### 2. METODE PERANCANGAN

#### 2.1 Alur perancangan

Metode yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini dapat dilihat pada diagram aliran gambar 1.

#### 2.2 Kajian Hasil Penelitian Terdahulu

Tungku Krusibel ini melebur logam tanpa berhubungan langsung dengan bahan pembakaran (*indirect fuel-fired furnace*).

Krusibel angkat yaitu krusibel ditempatkan didalam tungku dan dipanaskan hingga logam mencair. Sebagai bahan bakar digunakan minyak, gas, dan serbuk batu bara. Bila logam telah melebur, krusibel diangkat dari tungku dan digunakan sebagai label penuangan. Tungku pot tungku tidak dapat dipindah, logam cair diambil dari kontainer dengan cawan lebur. Tungku dapat ditukik untuk menuangkan logam cair [2].

#### 2.3 Kajian Teori

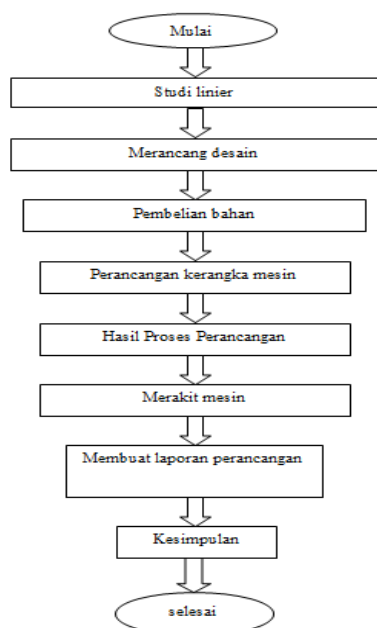
Tungku adalah sebuah peralatan yang digunakan untuk mencairkan logam pada proses pengecoran *casting* atau untuk memanaskan bahan dalam proses perlakuan panas *heat treatment*. Karena gas buang dari bahan bakar berkontak langsung dengan bahan baku, maka jenis bahan bakar yang dipilih menjadi penting. Sebagai contoh, beberapa bahan tidak akan mentolerir sulfur dalam bahan bakar. Bahan bakar padat akan menghasilkan bahan partikulat yang akan mengganggu bahan baku yang ditempatkan didalam tungku [3].

Idealnya tungku harus memanaskan bahan sebanyak mungkin sampai mencapai suhu yang seragam dengan bahan bakar dan tenaga kerja sesedikit mungkin. Kunci dari operasi tungku yang efisien terletak pada pembakaran bahan bakar yang

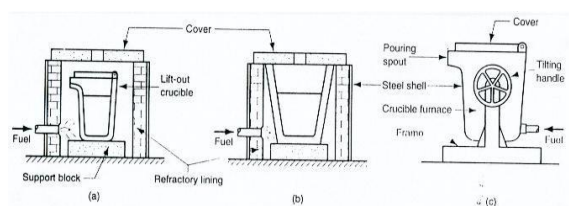
sempurna dengan udara berlebih yang minimum. Tungku beroperasi dengan efisiensi yang relatif rendah (dibawah 70 %) dibandingkan dengan peralatan pembakaran lainnya seperti boiler (dengan efisiensi lebih dari 90 %). Hal ini disebabkan oleh suhu operasi yang tinggi didalam tungku. Sebagai contoh, sebuah tungku yang memanaskan bahan sampai suhu 1200 °C akan mengemisikan gas buang pada suhu 1200°C atau lebih yang mengakibatkan kehilangan panas yang cukup signifikan [3].

Macam macam tungku peleburan:

1. Tungku Kupola.
2. Tungku Busur Listrik.
3. Tungku Induksi.
4. Tungku Thomas dan Bessemer.
5. Tungku Converter.



Gambar 1. Diagram Alir Perencanaan.



Gambar 2. Krusibel

#### 2.4 Bata ringan tahan api AAC

Batu ringan tahan api AAC yang umum digunakan untuk tungku peleburan jenis Krusibel adalah Batu ringan tahan api yang memiliki sifat-sifat [4]:

1. Tidak melebur pada suhu yang relatif tinggi.
2. Sanggup menahan lanjutan panas yang tiba-tiba ketika terjadi pembebanan suhu.
3. Tidak hancur di bawah pengaruh tekanan yang tinggi ketika digunakan pada suhu yang tinggi.
4. Mempunyai koefisien thermal yang rendah sehingga dapat memperkecil panas yang terbuang.

5. Memiliki tekanan listrik tinggi jika digunakan untuk tungku listrik.

#### 2.5 Besi *Hollow Galvalume*

Galvalume merupakan sebutan untuk *Zinc-Alume* yang pelapisannya mengandung unsur *Alume* (Aluminium) dan *Zinc* (besi). Untuk bahan *Galvalume* yang paling baik terdiri dari unsur coatingnya 55% Aluminium, unsur besi 43,5% dan unsur lapisan *silicon* 1,5%. Dilihat dari komposisi bahannya, *hollow galvalume* ini memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap korosi dibandingkan *hollow galvanise*. Dengan kualitas yang bagus, otomatis harga dari pada *galvalume* lebih mahal dari pada *galvanis*. Produk besi *hollow* yang diproduksi dan dikeluarkan oleh setiap pabrik ini akan memiliki kualitas yang berbeda-beda [6].

#### 2.6 Semen Gresik Tahan Api

Semen merupakan salah satu bahan perekat yang jika dicampur dengan air mampu mengikat bahan-bahan padat seperti pasir dan batu menjadi suatu kesatuan kompak. Sifat pengikatan semen ditentukan oleh susunan kimia yang dikandungnya. Adapun bahan utama yang dikandung semen adalah *kapur silikat*, *alumunia*, *ferro oksida*, *magnesit* serta oksida lain dalam jumlah kecil. Bahan pengikat berfungsi untuk mengikat batu bata ringan tahan api, serta untuk menutup celah yang terjadi dari penyusunan batu bata. Bahan pengikat yang dipakai ini adalah Semen Gresik Tahan Api yang juga dapat menambah ketahanan bahan tahan api terhadap suhu tinggi [2].

*Refraktori* Semen Gresik Tahan Api, seperti batu bata tahan api, Semen Gresik Tahan Api silica dan refraktori tanah liat aluminium dengan kandungan silika yang bervariasi sampai mencapai 78% dan kandungan  $Al_2O_3$  sampai mencapai 44%. memperlihatkan bahwa titik leleh (PCE) batu bata tahan api berkurang dengan meningkatnya bahan pencemar dan menurunkan  $Al_2O_3$ . Bahan ini seringkali digunakan dalam tungku dan kompor sebab bahan tersebut tersedia banyak dan relatif tidak mahal [3].

#### 2.7 *Stainless Steel Tipe 304*

*Stainless Steel Tipe 304* merupakan jenis baja tahan karat. Beberapa sifat mekanik yang dimiliki baja karbon tipe 304 ini antara lain: kekuatan tarik 646 Mpa, yield strength 270 Mpa, elongation 50%, kekerasan 82 HRB. *Stainless steel tipe 304* merupakan jenis baja tahan karat yang serbaguna dan paling banyak digunakan. Komposisi kimia, kekuatan mekanik, kemampuan las dan ketahanan korosinya sangat baik dengan harga yang relatif terjangkau. *Stainless steel tipe 304* ini banyak digunakan dalam dunia industri maupun skala kecil. Penggunaannya antara lain untuk: tangki dan kontainer untuk berbagai macam cairan dan padatan, peralatan pertambangan, kimia, makanan, dan industri farmasi [5].

## 2.8 Pengertian aluminium (Al)

Dalam pengertian kimia aluminium merupakan logam yang reaktif. Apabila di udara terbuka ia akan bereaksi dengan oksigen, jika reaksi berlangsung terus maka aluminium akan rusak dan sangat rapuh. Permukaan aluminium sebenarnya bereaksi bahkan lebih cepat daripada besi. Namun lapisan luar aluminium oksida yang terbentuk pada permukaan logam itu melekat kuat sekali pada logam dibawahnya, dan membentuk lapisan yang kedap. Oleh karena itu dapat dipergunakan untuk keperluan konstruksi tanpa takut pada sifat kimia yang sangat reaktif. Tapi jika logam bertemu dengan alkali lapisan oksidanya akan mudah larut. Lapisan oksidanya akan bereaksi secara aktif dan akhirnya akan mudah larut pada cairan sekali. Sebaliknya berbagai asam termasuk asam nitrat pekat tidak berpengaruh terhadap aluminium karena lapisan aluminium kedap terhadap asam aluminium merupakan logam ringan yang mempunyai ketahanan korosi yang sangat baik karena pada permukaannya terhadap suatu lapisan oksida yang melindungi logam dari korosi dan hantaran listriknya cukup baik sekitar 3,2 kali daya hantar listrik besi. Berat jenis aluminium cukup ringan dibandingkan logam lain. Kekuatan 1 kg aluminium adalah 100 MPa dapat dilipatkan melalui pengerjaan dingin atau pengerjaan panas [3].

## 2.9 Kerangka Berpikir

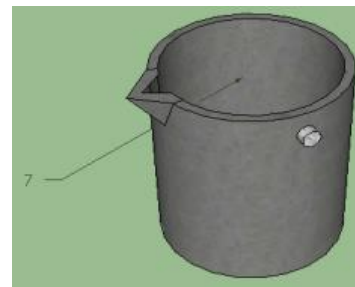
Cara kerja alat peleburan logam yang saya rancang ini adalah sangat mudah. Tinggal menyalakan burner dan atur api seefisien mungkin untuk meleburkan logam yang berada di cawan lebur tersebut. Masukkan burner lewat lubang besi yang berada di bawah samping, lalu masuk kan cawan lebur dan potongan logam yang akan dileburkan terutama logam aluminium yang titik leburnya sekitar 660°C lalu atur ulang api dari burner dengan tepat lalu kalau sudah tutup dengan penutup coran alat yang terbuat dari semen anti panas terus tunggu sampai logam mencair dengan sempurna kalau ada kotoran didalam proses peleburan hilangkan dengan sendok khusus terbuat dari besi.

## 2.10 Alat peleburan logam

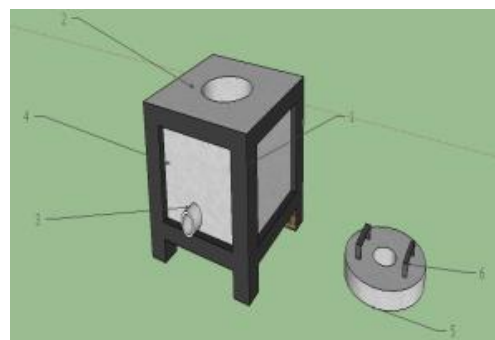
Alat peleburan logam merupakan alat yang berfungsi untuk meleburkan sekaligus mendaur ulang bahan bekas yang tidak terpakai terutama aluminium, sehingga dapat mengatasi dan mempercepat pekerjaan di industri daur ulang barang bekas logam. Gambar desain alat bisa dilihat dibawah ini.

Tabel 1. Titik lebur logam

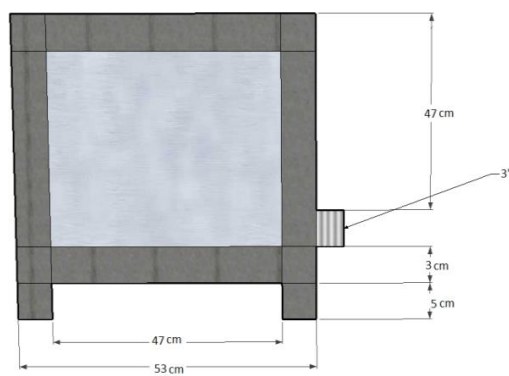
Zat	Titik Lebur	Kalor Lebur
Alkohol	-97	69.000
Raksa	-39	120.000
Air	0	336.000
Timbal	327	25.000
Alumunium	660	403.000
Tembaga	1.083	206.000
Platina	1.769	113.000



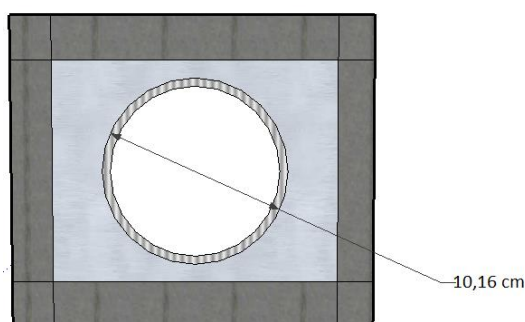
Gambar 3. Cawan Peleburan



Gambar 4. Desain Tungku



Gambar 5. Tampak Samping



Gambar 6. Tampak Atas

Keterangan :

### 1. Rangka hollow 3x3

Rangka adalah bagian dari bangunan yang merupakan struktur utama pendukung berat rangka bangun tersebut dan beban luar yang bekerja padanya.

### 2. Pengecoran alat peleburan

Pengertian pengecoran adalah suatu proses manufaktur yang menggunakan semen dan bahan bahan lainnya. cetakan untuk menghasilkan parts dengan bentuk yang mendekati bentuk geometri akhir produk jadi.

3. Pipa masuk burner.
4. Penutup bodi.  
Terdiri dari plat logam tipis kegunaan utama ialah untuk menutupi acian material semen dan pasir tersebut.
5. Tutup tungku peleburan  
Untuk menutup bagian atas tungku supaya api yang keluar dari tungku lebih sedikit.
6. Pegangan tutup peleburan  
Digunakan untuk alat pegangan menutup atau membuka bagian atas tungku.
7. Cawan lebur  
Digunakan untuk sebagai wadah dalam peleburan logam.  
Dimensi alat yang digunakan dalam perancangan ini adalah seperti gambar 5 dan 6.

### 2.11 Perhitungan Kalor

1. Kalor untuk mencairkan aluminium  

$$Q_1 = Q_A + Q_B + Q_C \dots\dots\dots (1)$$

$$= m_{al} \cdot C_{p1} (T_{cair} - T_{konstan}) + m_{al} \cdot h + m_{al} \cdot C_{p2} (T_{tuang} - T_{cair})$$

$$= 2\text{kg} \cdot 900\text{J} \cdot (577 - 27)^\circ\text{C} + 2\text{kg} \cdot 396\text{J} + 2\text{kg} \cdot 900\text{J} \cdot (745 - 577)^\circ\text{C}$$

$$= 2075\text{kJ}$$
 Jumlah panas yang dipindahkan.

2. Kalor yang diserap tutup tungku  

$$m_t \cdot C_{p3} \cdot \Delta T \dots\dots\dots (2)$$

$$= 5 \text{ kg} \cdot 446\text{J/kg}^\circ\text{C} \cdot (515 - 340)^\circ\text{C}$$

$$= 173,60 \text{ kJ}$$
 $m_t$  = berat tutup tungku (kg)  
 $C_{p3}$  = kalor jenis bahan besi (446 J/kg°C)  
 $\Delta T$  = perubahan suhu (°C)

3. Kalor yang diserap dinding tungku  

$$m_k \cdot C_{p3} \cdot \Delta T \dots\dots\dots (3)$$

$$= 20\text{kg} \cdot 446\text{J/kg}^\circ\text{C} \cdot (515 - 340)^\circ\text{C}$$

$$= 390,25 \text{ KJ}$$
 $m_k$  = berat tungku (kg)  
 $C_{p3}$  = kalor jenis bahan besi (446 J/kg°C)  
 $\Delta T$  = perubahan suhu (°C)

4. Kalor yang diserap bahan tahan api  

$$Q_4 = m_i \cdot C_{p4} \cdot \Delta T \dots\dots\dots (4)$$

$$= [(\frac{1}{4} \pi \{(0,28\text{m})^2 - (0,23\text{m})^2\} \cdot 0,16 \text{ m} \cdot 225 \text{ kg/m}^3) + (\frac{1}{4} \pi (0,28\text{m})^2 \cdot 0,05 \text{ m} \cdot 225 \text{ kg/m}^3)] \cdot 840 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \cdot (750 - 240)^\circ\text{C}$$

$$= 604,63 \text{ kJ}$$
 $C_{p4}$  = kalor jenis bahan tahan api (840 J/kg.°C)  
 $m_i$  = berat isolasi (kg)  
 $D_{il}$  = diameter isolasi luar (m)  
 $D_{id}$  = diameter isolasi dalam (m)  
 $t_i$  = tinggi dinding yg mengalami  $\Delta T$  (m)  
 $x_i$  = ketebalan dinding isolasi (m)  
 $P$  = massa

5. Kalor total yang diserap (total)  

$$Q_{total} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \dots\dots\dots (5)$$

$$= 2075 \text{ kJ} + 390,25 \text{ kJ} + 173,60 \text{ kJ}$$

- $$+604,63 \text{ kJ}$$

$$= 3243,48 \text{ kJ}$$
6. Panas yang Terbuang Melalui Cawan Lebur  
Panas yang keluar melalui lubang cawan lebur secara konveksi adalah sebagai berikut:  
Selisih T cawan  $775^\circ\text{C} - 27^\circ\text{C} = 748^\circ\text{C}$
7. Waktu Pencairan Logam  

$$q_c = \frac{K_c \cdot A_c}{\Delta x_c} (T_2 - T_1) \dots\dots\dots (6)$$

$$A_c = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \dots\dots\dots (7)$$

$$= \frac{1}{4} 3,14 \cdot 0,2\text{m} \cdot 0,2\text{m}$$

$$= 0,03\text{m}^2$$

Sehingga laju aliran ke cawan adalah:

$$q_c = \frac{54\text{W} \cdot 0,003\text{m}^2}{0,0003\text{m}} \cdot (750 - 745)$$

$$q_c = 2700 \text{ j}$$

$q_c$  = laju kalor ke cawan lebur (kJ/jam)  
 $k_c$  = konduktivitas cawan lebur = 54  
 $T_1$  = Suhu bagian dalam kowi (°C)  
 $T_2$  = Suhu bagian luar kowi (°C)  
 $\Delta x$  = ketebalan kowi (m)  
 $A_c$  = luas permukaan cawan (m<sup>2</sup>)

### 2.12. Kerangka Berpikir

Pada perancangan peleburan logam limbah rumah tangga menggunakan gas LPG. Perancangan alat ini terinspirasi banyaknya bekas aluminium yang didaur ulang tidak efisien dalam teknik pengecoran logam dengan pembiayaan minimal diperlukan usaha-usaha pembuatan pengecoran logam dengan biaya untuk pembuatan tungku pengecoran logam dan menggunakan ukuran yang tidak terlalu besar dan dapat dipakai usaha di industri rumah tangga.

### 2.13 Teknik dan Pendekatan Perancangan

Metode kuantitatif adalah metode penelitian yang berlandaskan terhadap filsafat positivisme, digunakan dalam meneliti terhadap *sampel* dan populasi penelitian, teknik pengambilan *sampel* umumnya dilakukan dengan acak, sedangkan pengumpulan data dengan cara memanfaatkan instrumen penelitian yang dipakai, analisis data yang digunakan bersifat kuantitatif/ bisa diukur dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang ditetapkan sebelumnya [4].



Gambar 7. Alat pelebur logam tampak samping.



Gambar 8. Alat pelebur logam tampak atas



Gambar 9. Burner

Tabel 2. Hasil uji coba

No	Berat bahan (kg)	Lama peleburan (menit)	Rata-rata
1	1	11.20	11.08
2		11.05	
3		11	
1	2	14.08	14.4
2		14	
3		14.04	

Tabel 3. Perbandingan

No	Model lama	Perancangan ini
----	------------	-----------------

1	Tungku yang jadi referensi menggunakan bertenaga listrik	Hemat bahan bakar
2	Perawatan rumit	Perawatan krusibel dan ladel menggunakan gas lebih mudah dan tidak rumit
3	Boros listrik	Mudah membuatnya

### 3. HASIL PERANCANGAN

Hasil alat peleburan logam berbahan bakar LPG yang saya kembangkan bisa dilihat dibawah.

#### 3.1 Hasil Uji Coba Produk

Hasil uji coba pada perancangan alat pelebur logam ini meliputi kesesuaian dengan ukuran/dimensi. Perancangan ini menggunakan krusibel/ladel dengan diameter tabung sebesar 20 cm, tinggi 55 cm, dengan menggunakan bahan bakar gas lpg. perancangan ini dapat menampung aluminium cair dengan kapasitas 2 kg, sesuai apa yang direncanakan.

#### 3.2 Keunggulan Dan Kelemahan Alat

Dalam setiap perancangan pastinya ada keunggulan dan kelemahannya pada tanur krusibel ini memiliki kelebihan dan kelemahan seperti pada tabel 3.

### 4. SIMPULAN

Dari hasil perancangan yang dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut, kapasitas dari alat yang dirancang adalah sebesar 2 kg dengan krusibel/ ladel menggunakan pipa silinder berdiameter 10,6 cm, tinggi 20 cm, dengan ukuran tungku krusibel memiliki panjang 53 cm, tinggi 55 cm, dengan menggunakan bahan bakar gas lpg. Pada perancangan ini krusibel/ladel dapat meleburkan aluminium sebanyak 2 kg.

### 5. SARAN

Perancangan ini masih perlu penelitian dan pengembangan lebih lanjut, untuk mengoptimalkan kinerja dan kelengkapan komponen lain pada tungku krusibel untuk digunakan pada industri dan penyediaan alat keselamatan kerja menjadi prioritas utama, selain itu tungku ini dapat digunakan untuk pengolahan sampah selain aluminium.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sundari, E. 2011. Rancang Bangun Dapur Peleburan Aluminium Bahan Bakar Gas. *Jurnal Austenit*, Volume 3 Nomor 1, April 2011. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.

- [2] P. Groover, Mikell. 2000. *Fundamental of Modern Manufacturing*. Bradley University NewYork.
- [3] Abrianto Akuan. 2009. *Tungku Peleburan Logam*. Universitas Jendral Ahmad Yani. Bandung.
- [4] Bambang Suharno. 2008. *Batu Tahan Api (Refraktori)*. Departemen Metalurgi dan Material Universitas Indonesia. Jakarta.
- [5] Surdia, Tata dan Saito Sinkoru. 2000. Pengetahuan Bahan Teknik, Pradnya, Pramita, Jakarta.
- [6] <http://bhaktipertiwi.co.id/newsandevent-173-jenis-besi-hollow-yang-perlu-anda-ketahui>