

## RANCANG BANGUN DAN UJI COBA TUNGKU KRUSIBEL DARI TABUNG GAS BEKAS DENGAN MENGGUNAKAN SUMBER PANAS GAS LPG

Aminur<sup>1</sup>, Kadir<sup>2</sup>, Muhammad Hasbi<sup>3</sup>, Sudarsono<sup>4</sup>, Yuspian Gunawan<sup>5</sup>, La Hasanudin<sup>6</sup>, Raden Rinova Sisworo<sup>7</sup>, Al Ichlas Imran<sup>8</sup>

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo, Kendari

Email: <sup>1</sup>aminur@uho.ac.id, <sup>2</sup>irkadir69@gmail.com, <sup>3</sup>muh.hasbi74@gmail.com, <sup>4</sup>chono\_mesin@yahoo.com, <sup>5</sup>yuspian.gunawan@yahoo.com, <sup>6</sup>hasanudin.acang@yahoo.co.id, <sup>7</sup>rinova.indonesia@gmail.com, <sup>8</sup>aichlas@gmail.com

### Abstrak

Ketersediaan tungku krusibel saat ini masih terbatas sehingga harganya dipasaran relatif mahal padahal alat ini sangat penting perannya khususnya pada institusi pendidikan sebagai media praktek pengecoran logam. Tujuan penelitian ini adalah merancang, membuat, menguji coba kerja tungku krusibel yang memanfaatkan tabung bekas dengan menggunakan sumber panas gas LPG dengan parameter uji berat aluminium terhadap waktu peleburan. Perancangan tungku menggunakan aplikasi autodesk inventor sedangkan pembuatannya menggunakan perkakas mesin. Data teknis dari tungku krusibel ini adalah bodi dibuat dari tabung gas bekas dengan tebal plat 2,9 mm, diameter luar 280 mm, diameter dalam 140 mm, dan tinggi 490 mm. Pada ruang bakar dipasang pipa saluran gas diameter 25,4 mm dengan panjang 370,5 mm dan saluran udara diameter 50,8 mm dengan panjang 367 mm. Kowi dibuat dari bahan baja dengan diameter 110 mm dan tinggi 280 mm. Hasil uji coba dengan peleburan aluminium menunjukkan bahwa tungku krusibel mampu meleburkan aluminium 5 kg selama 60 menit dengan konsumsi bahan bakar 3 kg. Suhu maksimum yang dapat dicapai 1367 °C selama 15 menit oleh tungku krusibel.

**Kata kunci:** Kata kunci: perancangan, pembuatan, uji coba tungku

### Abstract

*The availability of crucible furnaces is still limited, so the price in the market is relatively expensive, even though this tool is very important, especially in educational institutions as media for the practice of metal casting. The purpose of this study is to design, manufacture, and test the work of a crucible furnace that utilizes used cylinders by using a heat source of LPG gas with a parameter of weight testing of aluminum against melting time. The design of the furnace uses the autodesk inventor application while the manufacture uses machine tools. Technical data from this crucible furnace is that the body is made from used gas cylinders with an outer diameter of 280 mm, an inner diameter of 140 mm and a height of 490 mm. In the combustion chamber installed a 25.4 mm diameter gas pipeline with a length of 370.5 mm and an air channel diameter of 50.8 mm with a length of 367 mm. Kowi is made of steel with a 110 mm dimension and a height of 280 mm. The results of trials with aluminum smelting show that the crucible furnace is capable of melting 5 kg aluminum for 60 minutes with fuel consumption of 3 kg gas. The maximum temperature that can be reached 1367 oC for 15 minutes by a crucible furnace.*

**Keywords:** design, manufacture, furnace trials

## I. PENDAHULUAN

Industri pengecoran logam khususnya aluminium berkembang dengan pesat hal ini disebabkan karena penggunaannya yang cukup luas dalam berbagai aspek diantaranya komponen otomotif, pesawat terbang bahkan sebagai perabot rumah tangga. Untuk meleburkan logam khususnya aluminium dibutuhkan alat berupa tungku dan yang paling sering digunakan adalah tungku krusibel. Sampai saat ini, kebanyakan tungku krusibel yang digunakan oleh *home industri* dan lembaga pendidikan merupakan bahan impor dan harganya relatif mahal sehingga hal ini berdampak pada besarnya investasi yang dibutuhkan bagi pelaku usaha dan bagi institusi pendidikan keberadaannya masih terbatas. Dalam perancangan tungku krusibel pada penelitian didasarkan oleh beberapa pertimbangan diantaranya mudah pindahkan, biaya perawatannya rendah, mudah dalam fabrikasi, sistem operasi yang sederhana, biaya pembuatan rendah dan biaya operasional yang terjangkau.

Tungku krusibel merupakan jenis tungku peleburan skala kecil, sederhana, dan paling tuadilengkapi wadah yang disebut kowi sebagai tempat untuk meleburkan logam (Arifin, 1976). Kowi berbentuk krus yang dapat direncanakan secara tetap, tidak tetap atau juga dapat ditungki. Tungku krusibel menggunakan sumber panas yang diperoleh dari pembakaran kokas/arang, minyak dan gas (Arianto, Tiwan, & Mujiyono, 2017).

Perubahan fase padat ke fase cair dapat dilakukan melalui proses peleburan dan pengecoran dengan menggunakan tungku yang disesuaikan dengan jenis dan jumlah bahan yang dilebur (Ana, Wang, Lia, & Liub, 2012). Peleburan logam paduan ringan dapat diproses dengan menggunakan tungku krusibel, sedangkan untuk meleburkan logam besi cor digunakan tungku induksi frekuensi rendah atau kupola. Selain itu, peleburan baja digunakan tungku induksi frekuensi tinggi. Dalam desain tungku ada beberapa pertimbangan, yaitu jenis logam yang akan dicor, temperatur lebur dan penuangan, kapasitas tungku yang mampu dilebur, kemudahan mengoperasikan, perawatan, dan ramah lingkungan (Hill, 1979).

Beberapa tungku pengecoran logam yang telah direncanakan, dibuat dan dikembangkan oleh beberapa peneliti diantaranya: Desain tungku elektrik (elektrik furnace) untuk memproses dekomposisi *thermal* senyawa *thorium oxalate hexahydrate*. Pada penelitian ini dimensi ruang tungku adalah 0,9 x 0,6 x 0,6 m yang berbentuk rectangular dengan volume ruang 0,3 m. Konstruksi tungku terbuat dari bahan SS-31L, batu tahan api

dengan tebal 3 inci sebagai isolator, daya listrik untuk pembangkitan panas 20 kW (Jami & Prayitno, 2015). Kelemahan tungku elektrik adalah biaya operasional yang tinggi dan ketergantungan pada sumber energi listrik.

Pemanfaatan oli bekas sebagai bahan bakar dalam perancangan dan pembuatan tungku peleburan logam dalam rangka menumbuhkan industri lokal berbasis home industry dalam mendaur ulang logam bekas dengan titik lebur rendah melalui teknologi peleburan dan pengecoran logam. Metode yang digunakan adalah perlakuan atomizing pada oli bekas sehingga mudah terbakar. Hasil yang dicapai bahwa peleburan logam aluminium 1 kg aluminium mampu dilakukan peleburan selama 50 menit 32 detik dengan jumlah Oli bekas sebanyak ½ liter (Akhyar, 2014). Kelemahan jenis tungku ini adalah saluran oli harus sering dikontrol untuk mencegah penyumbatan dan adanya asap hasil pembakaran.

Perancangan tungku model silinder dengan bahan isolator *refractory* semen tahan api dan glass wool, sebagai sumber panas digunakan oli bekas. Dimensi tungku adalah diameter 48 cm, tinggi 43 cm dan diameter krusibel 26 cm dan tinggi 39 cm. Dari percobaan untuk mencapai temperatur 660 °C dibutuhkan ±24 menit dan temperatur yang dapat dicapai 887 oC. Sedangkan pada peleburan logam aluminium padat 0,5, 1, dan, 1,5 kg dibutuhkan waktu ±29-34 untuk mencairkan (Stana, Ridwan, & Rilnanda, 2017). Kelemahan membutuhkan bahan tambah minyak tanah, oli harus disaring terlebih dahulu sebelum digunakan dan menghasilkan asap hitam pada proses pembakaran.

Prototipe tungku krusibel kompak mini dikembangkan dengan metode *reserach and development*. Prototipe tungku krusibel kompak mini yang dibuat berdimensi diameter luar 330 mm, diameter dalam 150 dan tinggi 750 mm dengan bobot tungku 46 kg. Tungku dibuat dari drum bekas dengan isolator panas kombinasi dari selimut keramik D.96 dan *castable TNC 17*. Tungku ini dapat meleburkan 3 kg aluminium dalam waktu 50 menit dengan konsumsi gas LPG 1,76 kg (Leman, Amri, P, Y, & S, 2019). Kelemahan adanya api balik yang keluar disalurkan pembuangan dan kehilangan panas cukup besar pada dinding tungku.

Penelitian perancangan, pembuatan dan pengujian tungku dengan parameter waktu peleburan dan konsumsi bahan bakar. Jenis dapur peleburan adalah jenis krusibel pembakaran langsung dengan sumber panas gas elpiji. Metode penelitiannya adalah perancangan dan pembuatan serta pengujian tungku krusibel. Dimensi dapur peleburan adalah diameter 0,298 m dan tinggi 0,373

m serta kapasitas kowi 11,6 kg. Waktu peleburan logam 0,82 jam dengan konsumsi bahan bakar 2,5 liter (Irvan & Suryadi, 2017). Kelemahan alat ini adalah konsumsi bahan bakar yang kurang efisien untuk mencairkan aluminium.

Sumber energi untuk penggunaan bahan bakar tungku banyak ragamnya sehingga penggunaannya pun juga tergantung dari desain tungku yang direncanakan (Adi, Raharjo, & Surojo, 2014). Diantara tiga jenis bahan bakar ini arang kayu, batu bara dan gas elpiji yang tinggi nilai kalor bakarnya adalah gas elpiji (Irvan & Suryadi, 2017), selain dengan adanya regulasi pemerintah saat ini yang menarik subsidi minyak tanah dan mengalihkan ke gas elpiji menjadikan bahan bakar ini tersedia cukup banyak di agen bahkan sampai ke kios kecil. Perancangan tungku krusibel berbahan bakar gas dengan memanfaatkan tabung bekas didasarkan dengan beberapa pertimbangan diantaranya bahan mudah didapatkan karena bahannya dari tabung bekas, biaya pembuatan lebih rendah karena tidak membutuhkan pengerjaan pengerolan plat, ramah lingkungan dan operasinya mudah karena bahan bakarnya dari gas dan mudah terbakar serta nilai kalornya tinggi. Target akhir yang ingin dicapai adalah dihasilkan tungku krusibel *low cost* namun mampu meleburkan aluminium dengan waktu yang cepat dan konsumsi bahan bakar yang rendah.

## II. METODE

Penelitian ini terlebih dahulu dilakukan telaah jurnal dan observasi di laboratorium manufaktur. Dari informasi yang didapatkan dibuatlah konsep dengan melibatkan beberapa aspek rancangan tungku krusibel seperti ketersediaan bahan, kemampuan manufaktur alat, kemudahan pengoperasian dan nilai keekonomisan dari biaya operasional.

Alat yang digunakan untuk melaksanakan penelitian ini terdiri dari perkakas mesin dan alat bantu lainnya diantaranya mesin las, gerinda potong, mesin bor, sedok semen dan digital *thermometer thermocouple*. Bahan yang digunakan untuk membuat tungku terdiri dari tabung bekas LPG dengan ketebalan plat 2,9 mm, diameter luar 280 mm, diameter dalam 140 mm, dan tinggi tinggi 490 mm. Tabung LPG merupakan konstruksi utama yang menopang bahan isolator, pipa, tutup dan kowi. Pipa terdiri dari dua ukuran yaitu 2 *inch* (50,8 mm) untuk saluran udara masuk dari blower dan ½ *inch* (25,4 mm) sebagai saluran masuk gas yang ditempatkan di dalam saluran udara. Isolator keramik terdiri dari campuran semen tahan api dan pasir tanah liat, abu terbang dan air. Cawan sebagai

wadah untuk meleburkan aluminium pada proses pengecoran.

Perancangan tungku krusibel melalui tahapan:

### 1. Perancang tungku krusibel

Desain tungku krusibel diawali dengan membuat sketsa dan menerapkan konsep desain pada aplikasi *Autodesk Inventor*. Dari konsep dikembangkan menjadi sebuah tungku krusibel dengan memproyeksikan kedalam beberapa tampak. Tungku krusibel terdiri dari beberapa bagian utama yaitu badan berbentuk silinder, isolator keramik, mekanisme tutup dan cawan.

### 2. Pembuatan tungku krusibel

Berdasarkan rancangan maka dibuatlah tungku krusibel dimana tahapan yang dilakukan adalah: **Pertama** tabung gas bekas LPG diberi tanda pada bagian yang akan diukur setelah itu dilakukan pengukuran sesuai dengan ukuran yang ada pada gambar kerja. Pada pembuatan bodi, ada dua pekerjaan yang akan dilakukan yaitu pemotongan pada tutup tabung dan pembuatan lubang saluran udara dan gas pada bagian alas tabung. **Kedua** pipa saluran masuk gas dan udara *blower* diukur sesuai ukuran yang dibutuhkan dan dipotong dengan mesin gerinda. Pada lubang yang ada pada tabung gas dimasukkan pipa saluran udara masuk dan gas kemudia las sekeliling bagian tepinya agar tidak terjadi kebocoran udara dan gas. **Ketiga** sisa potongan pada bagian atas dibuat tutup tungku dimana pada bagian ini dipasang mekanisme handel buka tutup dan pada bagian lainnya dipasang mekanisme engsel agar dapat berputar berlawanan arah jarum jam dan juga tutup dapat dilepas-lepas. **Keempat** pemasangan bahan isolator keramik dengan cara membuat adonan dari campuran semen tahan api, tanah liat dan abu terbang serta air secukupnya yang dicetak di dalam rangka tabung. Adonan campuran diisi secara merata keseluruhan bagian tungku dan dibiarkan sampai kering sempurna. **Kelima** pemasangan dudukan cawan pada dinding isolator keramik.

### 3. Perakitan komponen pendukung

Pemasangan komponen-komponen pendukung seperti *burner*, selang gas, regulator, gas LPG, *blower* dipasang secara utuh pada tungku krusibel.

### 4. Uji coba alat

Uji coba kerja tungku krusibel dengan parameter yaitu pengukuran suhu maksimum yang dapat dicapai oleh tungku selama beberapa menit dengan menggunakan alat ukur digital *digital thermocouple* yang terpasang pada dinding

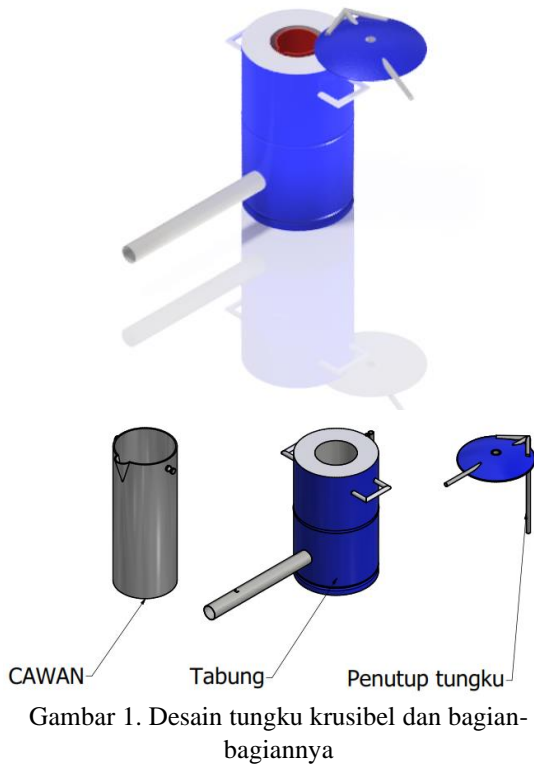
bagian ruang bakar dan bagian luar. Melaksanakan peleburan aluminium dengan berat yang berbeda dan mencatat waktu disetiap proses peleburan. Melakukan peleburan aluminium dengan jumlah 5 kg menghitung konsumsi bahan bakar yang dihabiskan.

Dari konsep tungku krusibel yang telah dibuat selanjutnya diproyeksikan menjadi beberapa bagian komponen dalam berbagai tampak. Beberapa bagian utama tungku krusibel terdiri dari yaitu badan berbentuk silider, isolator keramik, mekanisme tutup dan kowi.

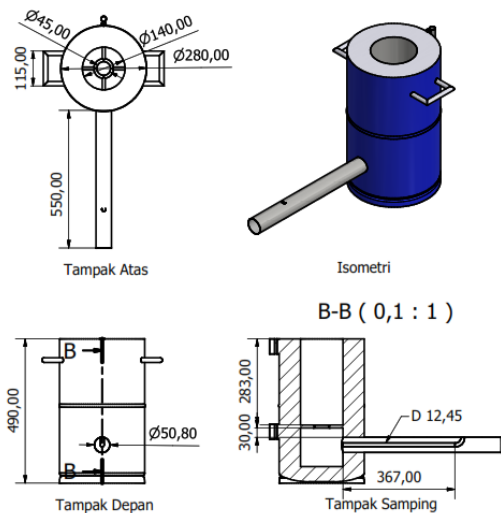
### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan tungku krusibel terdiri dari lima bagian rancangan masing-masing diproyeksikan kedalam beberapa tampak.

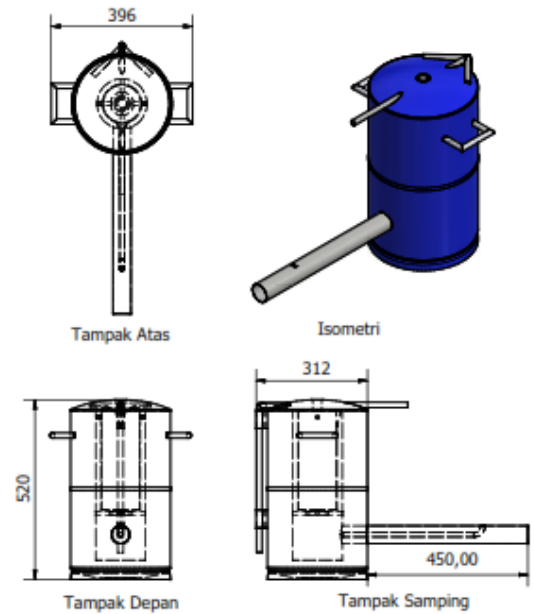
#### Rancangan Tungku Krusibel



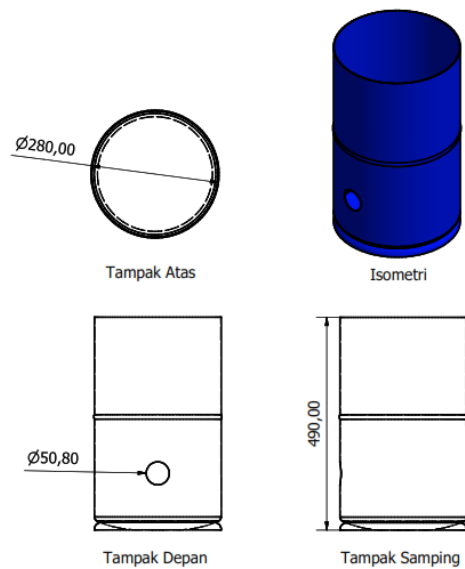
Gambar 1. Desain tungku krusibel dan bagian-bagiannya



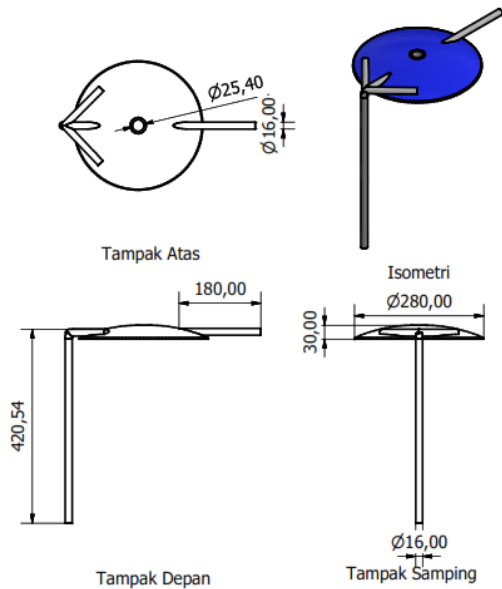
Gambar 2. Gambar potongan B-B tungku krusibel



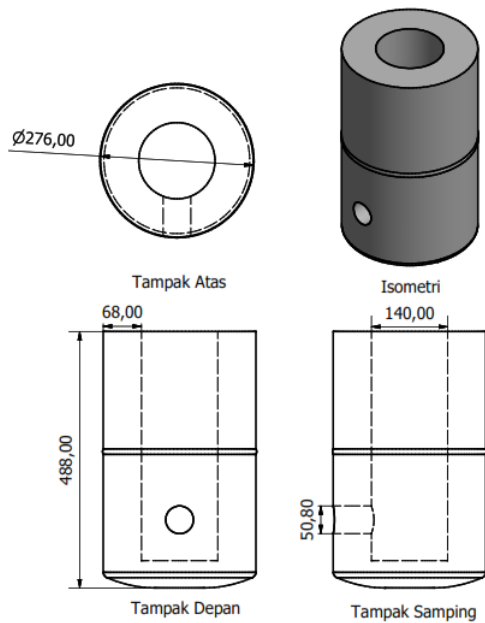
Gambar 3. Desain proyeksi tampak tungku krusibel



Gambar 3. Desain bodi tungku krusibel



Gambar 4. Desain tutup tungku krusibel



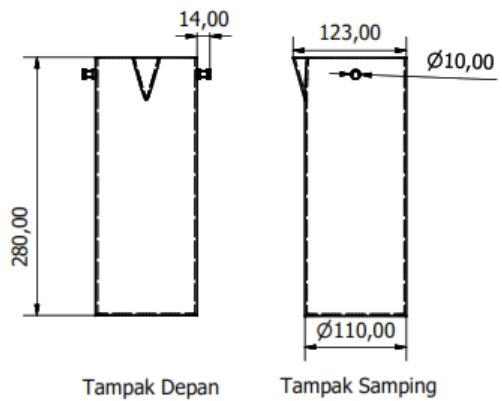
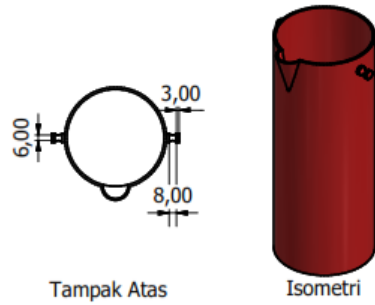
Gambar 4. Desain isolator keramik

**Prosedur Pembuatan Tungku Krusibel**

a. Pembuatan bodi tungku dan pemasangan pipa saluran

Pertama-tama, tabung gas LPG bekas dipotong dengan panjang 490 mm dan dibuat lubang diameter 50,8 mm dari jarak alas 126,2 mm. Kedua, pipa saluran udara masuk diameter 50,8 mm dipotong dengan panjang 500 mm dan pada jarak 370,5 mm dibuat lubang diameter 25,4 mm. Ketiga, pada pipa saluran udara masuk dipasang pipa saluran gas masuk diameter 25,4 mm dengan panjang 367 mm dan pada bagian

ujung dipasang bengkokan yang dilas dengan pipa. Kedua pipa saluran masuk dipasang pada lubang yang ada pada tabung untuk dilas. Volume ruang bakar yang direncanakan adalah sebesar 1424,78 mm<sup>3</sup> dan volume ruang cawan 2659,58 mm<sup>3</sup> sehingga total keseluruhan volume ruang bakar dan cawan adalah 4084,36 mm<sup>3</sup>.



Gambar 5. Desain cawan

b. Pembuatan mekanisme tutup tungku

Sisa potongan tabung gas bekas dibuat lubang saluran menguapan diameter 25,4 mm, pada bagian tepi tengah dipasang dilas handel pemutar dari bahan baja pejal diameter 16 mm dengan panjang 420,54 mm. Pada bagian tepi sejajar dengan handel dilas mekanisme engsel dan dihubungkan dengan tuas sejajar tabung dengan panjang tuas 420,54 mm. Mekanisme tutup tungku dapat dilepas dan diputar berlawanan arah jarum jam dengan sudut putar 300 derajat.

c. Pembuatan isolator keramik

Bahan isolator keramik terbuat dari campuran semen tahan api, abu terbang dan tanah liat serta air secukupnya dengan tebal 136 mm. Sebelum campuran adonan ini dituangkan kedalam bodi tungku berdiameter luar 276 mm dan tinggi 465 mm terlebih dahulu pada sisi bagian dalam dipasang penyekat ruang bakar dengan diameter

140 mm. Setelah penyekat terpasang adonan campuran isolator keramik dituangkan kedalam bodi sampai terisi penuh dan didiamkan sampai kering. Setelah isolator keramik padat maka penyekat dikeluarkan dan pada bagian sisi ruang bakar dipasang penyangga cawan dari baja pejal diameter 14 mm berbentuk lingkaran dimana pada ke empat sisinya ditanam pada dinding isolator keramik dengan jarak 156,2 mm dari alas.

d. Pembuatan Cawan

Cawan dibuat dari pipa berdiameter 110 mm dan panjang 280 mm. Pada bagian tepi atas dibentuk moncong berbentuk segitiga lancip sebagai tempat mengeluarkan logam cor. Untuk mengangkat cawan kedua sisi kiri dan kanan bagian atas kowi dilaskan baja pejal diameter 10 mm yang diberi alur pada bagian tengahnya.

Setelah didesain dan dibuat, tungku krusibel kemudian dipasangkan komponen pendukung diantaranya pemasangan gas sebagai sumber panas dan pemasangan *blower* sebagai sumber tekanan udara.

**Uji Coba Kinerja Tungku Krusibel**

1. Suhu maksimum yang dapat dicapai tungku krusibel

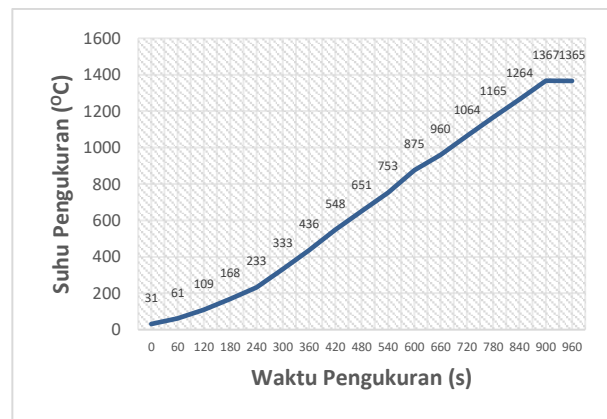
Pada pengujian ini, tungku dinyalakan dengan pembukaan penuh katup gas dan udara *blower* kemudian suhu diukur pada ruang bakar dengan menggunakan *digital thermometer thermocouple* sensor tipe K dan hasilnya dicatat secara manual data yang ada di layar display alat ukur pada setiap 60 detik.

Pada gambar 7 menunjukkan kenaikan suhu dalam setiap detik, dimana semakin lama dipanaskan maka semakin tinggi suhu yang dihasilkan oleh tungku krusibel berbahan bakar gas LPG. Suhu maksimum yang dicapai 1367 °C selama 900 detik (15 menit) dengan komsumsi bahan bakar gas LPG sebesar 0,5 kg dengan jumlah bahan aluminium 0, 5 kg. Untuk pengukuran temperatur luar (dinding) sebesar 67 °C. Perbedaan suhu dalam ruang bakar dan suhu dinding memiliki perbandingan yang sangat jauh karena direduksi oleh bahan isolator dari bahan keramik yang ada pada tungku. Hasil penelitian (Adi, Raharjo, & Surojo, 2014) bahwa panas tungku tahanan listrik dapat menghasilkan suhu hingga 800 °C selama 58 menit. Logam aluminium melebur pada suhu 660 °C (Wiyono, Riatna, & Nurkholis, 2018), (Adi,

Raharjo, & Surojo, 2014) (Callister, 2007). Sehingga dengan menggunakan tungku krusibel ini dicapai dengan waktu ± 753 detik (12,55 menit).



Gambar 6. Pencatatan temperatur pada tungku



Gambar 7. Distribusi suhu terhadap waktu



Gambar 8. Hasil perancangan tungku krusibel dan ji coba pengecoran logam

2. Peleburan aluminium

Peleburan aluminium dilakukan sebanyak tiga kali percobaan seperti yang ditampilkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Berat aluminium yang dilebur terhadap lama waktu yang dibutuhkan setiap percobaan

Berat Al (kg)	Waktu peleburan (s)
0,5	660
1,0	960
1,5	1200

Pada tabel 1 di atas memperlihatkan bahwa semakin banyak aluminium yang dilebur maka semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk mencair. Dari tiga kali percobaan peleburan Aluminium dengan menggunakan bahan bakargas LPG diperoleh berat total 2 kg selama 2820 detik (47 menit). Jika dibandingkan dengan tungku peleburan berbahan bakar gas LPG yang dirancang dan dibuat oleh (Mubarak & Akhyar., 2013) hanya dapat meleburkan 0,39 kg aluminium dalam waktu 30,15 menit. Sedangkan penelitian perancangan dan pembuatan tungku peleburan dengan menggunakan oli bekas yang dilakukan (Akhyar, 2014) mampu meleburkan 1 kg Aluminium dalam waktu 50 menit 32 detik.

### 3. Konsumsi bahan bakar gas

Konsumsi bahan bakar gas LPG diukur berdasarkan waktu yang dibutuhkan terhadap berat gas LPG yang dikonsumsi dan aluminium yang dilebur. Untuk pengaturan suplay gas LPG digunakan brander (*torch*) yang dihubungkan dengan saluran masuk. Berdasarkan pengujian diperoleh bahwa 3 kg gas LPG habis selama 3600 detik (60 menit) dengan berat aluminium yang dilebur sebesar 5 kg.

## IV. PENUTUP

### Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil desain dan pengujian data yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa tabung gas bekas berhasil didesain dan dimanfaatkan sebagai tungku krusibel yang mampu meleburkan Aluminium sebanyak 5 kg dalam waktu 60 menit dengan konsumsi bahan bakar 3 kg. Panas pada ruang bakar dapat mencapai temperatur 1367 °C dan temperatur dinding luar berkisar 67 °C dengan volume ruang bakar 1424,78 mm<sup>3</sup>.

### Saran

Saran untuk penyempurnaan tungku krusibel dapat menambahkan mekanisme pengatur kecepatan udara blower dan perlu dikembangkan lebih lanjut bahan isolator keramik untuk memperbaiki efisiensi panasnya.

## V. DAFTAR PUSTAKA

Adi, I. M., Raharjo, W. P., & Surojo, E. (2014, September). Rancang Bangun Tungku Pencairan Logam Aluminium Berkapasitas 2 KG Dengan Mekanisme Tahanan Listrik. *Mekanika*, 13(1), 21-32.

Akhyar. (2014). Perancangan dan Pembuatan Tungku Peleburan Logam Dengan Memanfaatkan Oli Bekas Sebagai Bahan

Bakar. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi* (pp. 1-6). Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah .

Ana, G., Wanga, Y., Lia, W., & Liub, J. (2012). Research on Key Designing Parameters of Destruction Furnace for Explosive Waste. *Procedia Enviromental Science 16-Science Direct*, (pp. 202-207). New York.

Arianto, S. L., Tiwan, T., & Mujiyono, M. (2017). Tungku Krusibel Dengan Economizer Untuk Praktik Pengecoran Di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNY. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 21-27.

Arifin, S. (1976). *Ilmu Logam* (Jilid 1 ed.). Jakarta: Ghalia Indonesia.

Callister, W. D. (2007). *Materials Science and Engineering*. United States of America: Jhon Wiley & Sons.

Hill, R. C., (1979). Design Construction and Performance of Stick-Wood Fire Furnace for Residential and Commercial Application. *University of Maine Orono*, (pp. 1-7). Maine.

Irvan, A., & Suryadi. (2017, Januari). Sistem Peleburan Logam Berbahan Gas Untuk Industri Kecil dan Menengah. *ELEKTRA*, 2(1), 50-57.

Jami, A., & Prayitno. (2015, November 2015 ). Desain Electric Furnace Untuk Proses Dekomposisi Thermal Thorium Oxalate Hexahydrate. *Prima*, 12(2). Retrieved Februari 2020

Leman, A., Ristadi, F. A., Gilang, A., Bima, B., & Dwi, G., (2019, April). Prototipe Tungku Krusibel Mini. *Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 4(1), 45-53.

Mubarak, A. Z., & A. A. (2013, Juni). Perancangan dan Pembuatan Dapur Peleburan Logam Dengan Menggunakan Bahan Bakar Gas. *Jurnal Teknik Mesin Unsyiah*, 1(3), 128-132.

Stana, B. I., Ridwan, A., & Rilnanda, A. (2017, Oktober). Optimasi Tungku Peleburan logam Aluminium Kapasitas 10 kg. *Jurnal Photon*, 8(1), 167-173.

Wiyono, A., Riatna, D., & Nurkholis, I. (2018). Studi Eksperimen Efisiensi Tungku Peleburan Aluminium Dengan Briket Tempurung Kelapa Melalui Force Convection. Subang, Indonesia: Konferensi Ilmiah Teknologi Texmaco.