

Desain dan Pembuatan Tungku Krusibel Untuk Peleburan Logam Bukan Besi Kapasitas 5 Kg Dengan Bahan Bakar Gas

Fransisco Rivaldy Wetik^{1*}, Irma Damayanti², Muh. Nur Aqsa³, Syaharuddin Rasyid⁴, Uswatul Hasanah Mihdar⁵

^{1,2,3,4,5} Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar 90245, Indonesia
*fransiscowetik11@gmail.com

Abstract: *The casting process is one of the techniques for making a product by melting metal in a melting furnace and then pouring it into a mold chamber that is similar to the original shape of the cast product to be made. This research will design and make an LPG-fueled furnace. This gas furnace will be made and applied as a nonferrous metal smelting tool. In the process of designing a gas furnace starting with making a sketch of the furnace, planning the size of the workpiece, then the process of making working drawings, selecting materials, and the manufacturing process. After manufacturing, testing will be carried out so that this tool will be a practical support especially in manufacturing technology courses and material technology is still rarely used. Most lecturers teach verbally to students without any supporting tools. One of the causes is the unavailability of metal melting furnace tools. The purpose of this final project is to create a crucible furnace for melting non-ferrous metals (Aluminum and Brass) with a capacity of 5kg fueled by gas.*

Keywords: *Metal casting, Furnace design, Fuel gas, Capacity 5Kg.*

Abstrak: Proses pengecoran logam (casting) adalah salah satu teknik pembuatan suatu produk dengan cara logam dicairkan dalam tungku peleburan lalu lanjut dituang ke dalam ruang cetakan yang serupa dengan bentuk asli dari produk coran yang akan dibuat. Penelitian ini akan dirancang dan dibuat tungku berbahan bakar LPG. Tungku gas ini nantinya dibuat dan diaplikasikan sebagai alat peleburan logam bukan besi. Pada proses rancang bangun tungku gas diawali dengan pembuatan sketsa tungku, perencanaan ukuran dari benda kerja, kemudian proses pembuatan gambar kerja, pemilihan material, dan proses pembuatan. Setelah pembuatan akan dilakukan pengujian sehingga alat ini akan menjadi penunjang praktikum terkhusus pada mata kuliah teknologi manufaktur dan teknologi bahan masi jarang digunakan. Kebanyakan dosen mengajarkan secara verba kepada mahasiswa tanpa ada alat yang mendukung. Salah satu penyebabnya adalah tidak tersedianya alat tungku peleburan logam. Tujuan tugas akhir ini untuk menciptakan tungku krusibel untuk peleburan logam non ferro (Aluminium dan Kuningan) dengan kapasitas 5kg berbahan bakar gas.

Kata kunci : Pengecoran logam, Tungku rancang bangun, Bahan bakar gas, kapasitas 5 kg.

I. PENDAHULUAN

Bengkel mekanik Jurusan Teknik Mesin PNUP merupakan sarana yang disediakan bagi mahasiswa untuk mengasah kemampuan lebih mendalam dalam hal penguasaan materi kuliah, melakukan berbagai pengamatan, analisis masalah, hingga pengambilan keputusan. Peralatan penunjang praktikum di Bengkel Mekanik tergolong cukup lengkap. Akan tetapi ada beberapa yang perlu dilakukan pengadaan alat sebagai penunjang praktikum terkhusus pada mata kuliah teknologi manufaktur dan teknologi bahan. Salah satunya adalah tungku peleburan aluminium dan kuningan. Aluminium merupakan logam ringan yang mempunyai sifat ketahanan korosi dan mampu alir yang baik sehingga banyak digunakan dalam aplikasi alat-alat rumah tangga, otomotif, maupun industri saat ini [1]. Kuningan merupakan logam yang merupakan campuran dari tembaga dan seng. Tembaga merupakan komponen utama dari kuningan, dan kuningan biasanya diklarifikasikan sebagai paduan tembaga. Warna kuningan bervariasi dari coklat kemerahan gelap hingga ke cahaya kuning keperakan tergantung pada jumlah kadar seng [2].

Proses pengecoran logam (casting) adalah salah satu teknik pembuatan suatu produk dengan cara logam dicairkan dalam tungku peleburan lalu lanjut dituang ke dalam ruang cetakan yang serupa dengan bentuk asli dari produk coran yang akan dibuat [3]. Proses peleburan ini dapat menggunakan tungku 1 dengan beberapa jenis sumber panas seperti, Listrik, batu bara dan gas [4].

Tetapi 3 jenis sumber panas memiliki kelebihan dan kekurangan sebagai berikut: 1) Kelebihan sumber panas listrik tidak berpengaruh langsung terhadap bahan yang dilebur, sehingga dapat melebur bahan dengan kualitas tinggi sedangkan kekurangan sumber panas listrik ini ialah memiliki biaya operasi tinggi, tingkat bahaya yang besar dan biaya perawatan yang besar. 2) Kelebihan sumber panas batu bara yaitu dapat menghasilkan panas dengan intensitas tinggi sedangkan kekurangan dari tungku batu bara dapat menghasilkan abu dan limbah padat beracun yang sulit dikelola. 3) Tungku dengan bahan bakar gas tidak menimbulkan debu, efisiensi panasnya baik dan ketersediaannya mencukupi. Sedangkan kekurangan tungku berbahan bakar gas adalah memperhatikan secara detail bahwa temperatur terlalu rendah sehingga cairan kembali beku, pada saat pencairan kembali dapat meretakkan krusibel [2]. Tungku adalah sebuah alat yang digunakan untuk melelehkan logam untuk pembuatan bagian mesin (casting) atau untuk memanaskan bahan serta mengubah bentuknya (misalnya penggulangan, penempaan) atau merubah sifat sifatnya (perlakuan panas) [4]. Tungku lebur dengan bahan bakar gas mempunyai keunggulan yaitu tidak ada debu yang dihasilkan bahan bakar, peleburan dapat segera dihentikan jika logam cair sudah siap dituangkan dengan cara mematikan bahan bakar terhadap tungku, efisiensi lebih tinggi karena temperatur lebih stabil dan kontaminasi terhadap logam yang dilebur lebih sedikit dan harganya terjangkau [4]. Tungku ini dibedakan menurut jenis bahan bakarnya adapun dalam penelitian kali ini gas LPG sebagai bahan bakar yang digunakan karena Gas LPG tidak menimbulkan abu, efisiensi panasnya baik dan ketersediaannya mencukupi.

Adapun karakteristik jenis-jenis logam yang memiliki titik leleh rendah seperti aluminium memiliki titik leleh lebih dari 658°C sedangkan Kuningan yang memiliki titik leleh 900°C [5]. Sehingga pada penelitian kali ini yang digunakan adalah aluminium dan kuningan karena jenis tungku yang digunakan adalah Tungku Wadah. Tungku krusibel untuk peleburan aluminium dari penelitian sebelumnya yakni Aswar dkk, 2017 yang tidak menggunakan blower memerlukan rentan waktu 26 menit/kg. Menurut kami waktu peleburan tersebut masih dapat dipercepat dengan penggunaan blower. Blower dapat berfungsi untuk menjaga temperature peleburan yang dihasilkan dari panas pembakaran, sehingga pembakaran terdistribusi dengan baik dan menghasilkan panas yang maksimal.

II. METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Kegiatan pembuatan komponen tungku peleburan dan perakitan komponen mesin akan dilakukan di bengkel mekanik dan bengkel las Politeknik Negeri Ujung Pandang dari bulan Maret sampai dengan Juli 2024.

B. Alat dan Bahan

Alat dan peralatan yang digunakan untuk mendukung proses pembuatan tungku peleburan berbahan gas LPG dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Alat dan bahan yang digunakan

| No | Nama Alat | Jumlah | No | Nama Bahan | Jumlah |
|----|----------------------|--------|----|---|--------|
| 1 | Kacamata pelindung | 1 | 1 | Pipa besi 500 x 500 x 3 mm | 1 |
| 2 | Mesin bor | 1 | 2 | Gas LPG 3 Kg | 1 |
| 3 | Mesin las listrik | 1 | 3 | Pilox | 2 |
| 4 | Topeng las | 1 | 4 | Besi Siku 3 cm x 3 cm x 2 cm | 1 |
| 5 | Ragum | 1 | 5 | Amplas 220 | 1 |
| 6 | Mistar baja | 2 | 6 | Castable Refractories TNC-13 1100°C 25 Kg | 2 |
| 7 | Jangka sorong | 1 | 7 | Kawat las (Elektroda) RD 460, E 6013, Diameter 2,6 dan 2,0 mm | 2 |
| 8 | Mesin gerinda tangan | 1 | 8 | Besi pipa Ø30 x 400 mm | 1 |
| 9 | Meteran | 1 | 9 | Roda | 4 |
| 10 | Kunci pas | 1 | 10 | Selang Gas | 1 |
| 11 | Mistar siku | 1 | 11 | Regulator <i>high pressure</i> | 1 |
| 12 | Tang | 2 | 12 | Burner | 1 |
| 13 | Penitik | 2 | 13 | Blower 2 inch 3000 Rpm | 1 |
| 14 | Penggores | 2 | 14 | TM-902C Thermometer Digital Daya 9, Ukuran 25 x 72 x 108 mm, Rentang pengukuran -50°C sampai 1300°C | 1 |
| 15 | Palu besi | 2 | | | |
| 16 | Palu terak | 1 | | | |

C. Prosedur Penelitian

Kegiatan penelitian ini dibuat dalam beberapa tahapan seperti dalam Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Prosedur Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pembuatan Tungku

Berdasarkan hasil perancangan tungku krusibel untuk peleburan logam bukan besi kapasitas 5 kg dengan bahan bakar gas, maka telah diperoleh alat pelebu. Bahan yang digunakan dalam uji coba ini yaitu aluminium dan kuningan, uji coba ini dilakukan untuk mengetahui waktu dan suhu yang dibutuhkan logam bukan besi untuk melebur.



Gambar 2. Tungku krusibel untuk peleburan logam bukan besi kapasitas 5 kg dengan bahan bakar gas

Tabel 2. Spesifikasi Alat

| Item | Spesifikasi |
|-----------------------------|---|
| Bahan | Besi dan stainless stell |
| Kapasitas krusibel | 5 Kg |
| Suhu maksimum | 1160 °C / 2120 °F |
| Sistem pemanas | Burner |
| Dimensi | Ø410 x 390 x 3 |
| Bahan Bakar | Gas LPG |
| Material yang dapat dilebur | Aluminium Scrap dan Kuningan Scrap |
| Alat ukur | TM-902C Thermometer Digital Daya 9, Ukuran 25 x 72 x 108 mm, Rentang pengukuran -50 °C sampai 1300 °C |

B. Hasil Pengujian Waktu dan Suhu

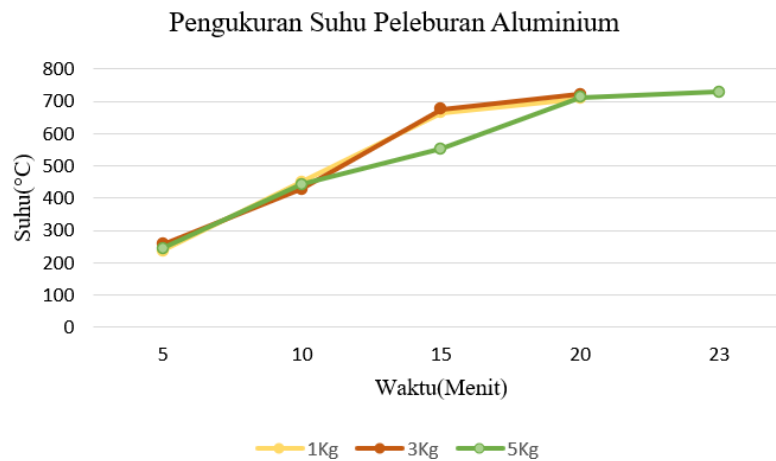
1. Aluminium

Pada hasil data peleburan aluminium yang dapat dilihat dalam Tabel 3 bahwa hasil peleburan yang telah di uji sebanyak 3 kali dan telah dirata-ratakan dapat menghasilkan data sebagai berikut. Pengujian pertama dengan kapasitas 1kg membutuhkan waktu selama 16 menit dengan suhu sebesar 706,6°C agar aluminium dapat melebur, pengujian kedua dengan kapasitas 3kg membutuhkan waktu selama 20 menit dengan suhu 737,9°C dan pengujian ketiga dengan kapasitas 5kg membutuhkan waktu selama 23 menit dengan suhu 724,1°C.

Tabel 3. Rata-rata peleburan Aluminium

| No | Berat (kg) | Waktu | Suhu |
|----|------------|----------|----------|
| 1 | 1 | 16 Menit | 706,6 °C |
| 2 | 3 | 20 Menit | 737,9 °C |
| 3 | 5 | 23 Menit | 724,1 °C |

Adapun hasil pengujian untuk melihat peningkatan suhu peleburan aluminium dalam waktu 5 menit dengan berat 1kg, 3kg, dan 5kg dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Pengukuran Suhu Kuningan

Berdasarkan hasil pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa dalam peleburan aluminium mengalami peningkatan atau kenaikan temperatur dengan cepat sehingga waktu yang digunakan dalam peleburan lebih singkat. Penggunaan krusible pada pemanasan aluminium juga telah dimanfaatkan dalam beberapa penelitian [7-10].

2. Kuningan

Pada hasil data peleburan kuningan yang dapat dilihat dalam Tabel 4 bahwa hasil peleburan yang telah di uji sebanyak 3 kali dan telah dirata-ratakan dapat menghasilkan data sebagai berikut. Pengujian pertama dengan kapasitas 1kg membutuhkan waktu selama 31 menit dengan suhu sebesar 1010,2°C agar kuningan dapat melebur, pengujian kedua dengan kapasitas 3kg membutuhkan waktu selama 33 menit dengan suhu 1012,8°C dan pengujian ketiga dengan kapasitas 5kg membutuhkan waktu selama 36 menit dengan suhu 1063°C.

Tabel 4. Rata-rata peleburan Kuningan

| No | Berat (kg) | Waktu | Suhu |
|----|------------|----------|-----------|
| 1 | 1 | 31 Menit | 1010,2 °C |
| 2 | 3 | 33 Menit | 1012,8 °C |
| 3 | 5 | 36 Menit | 1063 °C |

Adapun hasil pengujian untuk melihat peningkatan suhu peleburan kuningan dalam waktu 5 menit dengan berat 1kg, 3kg, dan 5kg dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Pengukuran Suhu Kuningan

Berdasarkan hasil pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa dalam peleburan kuningan mengalami

peningkatan atau kenaikan temperatur dengan cepat sehingga waktu yang digunakan dalam peleburan lebih singkat.

Dari hasil pengujian dapat kita lihat bahwa proses peleburan aluminium membutuhkan waktu yang lebih sedikit dengan suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan peleburan kuningan dikarenakan aluminium memiliki titik leleh yang relatif rendah yaitu 660°C, aluminium juga merupakan logam yang memiliki molekul yang lebih renggang, hal ini menyebabkan aluminium lebih mudah mengalami pemuaian, sedangkan kuningan adalah Paduan tembaga yang memiliki titik leleh di suhu 930°C, kuningan juga memiliki massa jenis sekitar 8,5 g/cm³ [11] sedangkan aluminium memiliki massa jenis 2,7 g/cm³ [12] dan menjadikan kuningan hampir tiga kali lebih padat dari pada aluminium.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan data dari hasil desain dan pembuatan tungku krusibel untuk peleburan logam bukan besi kapasitas 5 kg berbahan bakar gas dengan penambahan motor Listrik blower dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Telah dibuat prototype tungku peleburan logam bukan besi dengan penambahan blower yang dapat meleburkan logam dengan cepat karena penggunaan blower dapat mengefisienkan waktu dan meningkatkan distribusi udara dalam tungku peleburan sehingga pembakaran menjadi lebih merata.
2. Waktu dan suhu yang tepat pada peleburan logam bukan besi (Aluminium dan kuningan) dan berat bahan baku 1, 3, dan 5 Kg menggunakan tungku krusibel kapasitas 5 kg berbahan bakar gas dengan penambahan udara blower dengan hasil pengujian pada peleburan aluminium dengan kapasitas 1kg dibutuhkan waktu rata-rata 16 menit dengan suhu sebesar 706,6°C, kapasitas 3kg dibutuhkan waktu rata-rata 20 menit dengan suhu 737,9°C, kapasitas 5kg dibutuhkan waktu rata-rata 23 menit dengan suhu 724,1°C dan. Pada peleburan kuningan dengan kapasitas 1kg dibutuhkan waktu rata-rata 31 menit dengan suhu 1010,2°C, kapasitas 3kg dibutuhkan waktu rata-rata 33 menit dengan suhu 1012,8°C dan kapasitas 5kg dibutuhkan rata-rata waktu 36 menit dengan suhu 1063°C.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wisnujati, A., & Sepriansyah, C. (2018). Analisis Sifat Fisik Dan Mekanik Paduan Aluminium Dengan Variabel Suhu Cetakan Logam (Dies) 450 Dan 500 Derajat Celcius Untuk Manufaktur Poros Berulir (Screw). *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 7(2), 159-165.
- [2] Mukhammad, A. F. H., Ariwibowo, D., Syarifudin, Y. T., Robbaanii, M. A., Arifin. Nugroho, B. A., & Wibogo, H. (2017). Optimalisasi Sifat Mekanik Penambahan Aluminium Pada Logam Kuningan Pada Prototype Baling-Baling. *Engineering: Jurnal Bidang Teknik*, 8(1). Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.
- [3] Istana, B., & Lukman, J. (2016). Rancang Bangun dan Pengujian Tungku Peleburan Aluminium Berbahan Bakar Minyak Bekas. *Jurnal Surya Teknika*, 2(04), 10-14.
- [4] Ahmad Lubi, I Wayan Sugita, Jodi Wilman Tantonno, Daffa Abiyyu Muhammad Rizq, Ferry Budhi Susetyo (2022). Rancang Bangun Tungku Peleburan Aluminium Berbahan Bakar LPG.
- [5] Arianto Leman, S. Pengembangan Tungku Peleburan Aluminium Untuk Mengembangkan Kompetensi Pengecoran Di SMK Program Studi Keahlian Teknik Mesin.
- [6] Pradana, M. A., & Widartono, M. (2020). Prototipe Pembangkit Listrik Termoelektrik Generator Menggunakan Penghantar Panas Aluminium, Kuningan Daan seng. *Jurnal teknik elektro*, 9(2).
- [7] Rasyid, S., Arif, E., Arsyad, H., & Syahid, M. (2018). Effects of stirring parameters on the rheocast microstructure and mechanical properties of aluminum alloy ADC12. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 197, p. 12004). EDP Sciences.
- [8] Rasyid, S., Renreng, I., Arif, E., Arsyad, H., & Syahid, M. (2019, October). Optimization of stirring parameters on the rheocast microstructure and mechanical properties of aluminum alloy ADC12. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 619, No. 1, p. 012028). IOP Publishing.

- [9] Rasyid, S., Arif, E., Arsyad, H., & Syahid, M. (2018). effect of mechanical stirrer and pouring temperature on semi solid rheocasting of ADC12 al alloy: mechanical properties and microstructure J. of Eng. and App. *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*.(13-6), 2032-2037.
- [10] Syaharuddin, R., Muas, M., Ferdian, R., & Nursyam, M. (2021). Analisis Struktur Mikro dan Kekerasan Paduan Aluminium ADC 12 Hasil Proses Pengecoran Semi Solid dengan Proses Perlakuan Panas. *Sinergi*, 19(2).
- [11] Vinichenko, V. S., Mikhailov, A. G., Pyshnyj, I. P., Ivanova, A. E., Slobodina, E. N., Russkikh, G. S., & Titov, Y. V. 2020. Physical properties experimental determination of the coolant containing impurities. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2285, No. 1). AIP Publishing.
- [12] Sreenivasa, C. G., & Shivakumar, K. M. 2018. A review on production of aluminium metal foams. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 376, No. 1, p. 012081). IOP Publishing.