



Validasi Rancang Bangun Dapur Peleburan dan Pengecoran Logam Aluminium Kapasitas 3 kg Untuk Fasilitas Laboratorium

Azis Permana Putra¹, Adri Fato²

^{1, 2}Teknik Mesin, Universitas Dian Nusantara

¹ajisputra574@gmail.com

Abstract

Metal casting is one of the oldest manufacturing processes used to produce components with complex shapes. However, in educational settings, the lack of adequate metal casting laboratory facilities often becomes a challenge for practical learning, particularly in terms of capacity, safety, and energy efficiency. This study aims to validate a 3 kg capacity aluminum melting and casting furnace specifically designed to support laboratory practical activities. The validation process involved examining the conformity between the design and the fabricated product, testing the casting results, and evaluating the melting performance. A crucible-type furnace fueled by LPG gas with ceramic fiber insulation was used to retain heat and improve efficiency. The validation method included measuring the dimensions of the main components and comparing them with the design drawings, measuring the cast product volume against the design volume, and conducting performance tests covering melting time, temperature rise, and fuel consumption. The results showed that the furnace met the initial design specifications, produced cast products with volumes close to the design, and demonstrated adequate efficiency and performance. Therefore, this furnace is feasible for use as a learning medium for small-scale metal casting processes in a laboratory setting.

Keywords: Design validation, aluminum casting, melting furnace, fuel efficiency, laboratory.

Abstrak

Pengecoran logam merupakan salah satu proses manufaktur yang telah digunakan sejak lama untuk menghasilkan komponen dengan bentuk kompleks. Namun, di lingkungan pendidikan, keterbatasan fasilitas laboratorium pengecoran logam kerap menjadi kendala dalam pembelajaran praktis, terutama pada aspek kapasitas, keamanan, dan efisiensi energi. Penelitian ini bertujuan untuk memvalidasi dapur peleburan dan pengecoran logam aluminium kapasitas 3 kg yang dirancang khusus untuk mendukung kegiatan praktikum di laboratorium. Validasi dilakukan melalui pemeriksaan kesesuaian desain dengan hasil pembuatan, pengujian hasil pengecoran, serta evaluasi kinerja peleburan. Dapur tipe krusibel berbahan bakar gas LPG dengan isolasi *ceramic fiber* digunakan untuk mempertahankan panas dan meningkatkan efisiensi. Metode validasi meliputi pengukuran dimensi komponen utama dan perbandingan dengan gambar rancangan, pengukuran volume benda cor terhadap volume desain, serta pengujian kinerja yang mencakup waktu peleburan, kenaikan suhu, dan konsumsi bahan bakar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dapur peleburan sesuai dengan rancangan awal, mampu menghasilkan benda cor dengan volume mendekati desain, serta memiliki efisiensi dan kinerja yang memadai. Dengan demikian, alat ini layak digunakan sebagai media pembelajaran proses pengecoran logam skala kecil di laboratorium. Kata kunci: Validasi desain, pengecoran aluminium, dapur peleburan, efisiensi bahan bakar, laboratorium.

Kata kunci: Validasi desain, pengecoran aluminium, dapur peleburan, efisiensi bahan bakar, laboratorium.

1. Pendahuluan

Pengecoran logam merupakan salah satu proses pembentukan awal tertua yang dikenal umat manusia, yang telah digunakan sejak ribuan tahun lalu oleh berbagai peradaban, termasuk Lembah Indus dan Yunani Kuno [1]. Proses pengecoran logam adalah teknik pembuatan produk dengan cara mencairkan logam dalam tungku peleburan, kemudian

menuangkannya ke dalam rongga cetakan yang memiliki bentuk sesuai dengan produk yang diinginkan [2]. Sebagai salah satu metode manufaktur, pengecoran logam digunakan untuk menghasilkan bentuk asli produk jadi dengan memanfaatkan logam cair dan cetakan.

Peleburan logam merupakan tahap penting dalam proses pengecoran, di mana logam dipanaskan hingga mencapai titik leburnya, kemudian dituangkan ke dalam cetakan untuk menghasilkan bentuk geometri yang menyerupai produk akhir [3]. Proses ini memungkinkan pembuatan komponen dengan tingkat kompleksitas yang tinggi serta efisiensi penggunaan material. Salah satu metode validasi yang umum digunakan adalah dengan melakukan pengujian peleburan logam aluminium, mengingat titik lebur aluminium yang relatif rendah, yaitu sekitar 660°C, serta ketersediaannya yang melimpah [4]. Proses peleburan logam dilakukan dengan memanaskan logam dalam tungku hingga mencair, lalu dituangkan ke dalam cetakan yang telah disiapkan sesuai bentuk produk akhir [5]. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa dapur peleburan berbahan bakar gas LPG mampu meleburkan 6 kg aluminium pada suhu 645°C dalam waktu 52 menit dengan konsumsi bahan bakar sebesar 1,35 kg, yang menunjukkan efisiensi termal yang baik untuk skala laboratorium [6].

Namun, di lingkungan pendidikan, masih terdapat tantangan berupa keterbatasan fasilitas laboratorium yang memadai untuk praktik pengecoran logam. Banyak laboratorium teknik mesin belum dilengkapi dengan dapur peleburan logam yang sesuai untuk skala pendidikan, baik dari segi kapasitas, keamanan, maupun efisiensi energi. Kondisi ini dapat menghambat pembelajaran praktis dan mengurangi pemahaman mahasiswa terhadap penerapan nyata dari teori yang telah dipelajari. Hal ini sejalan dengan pandangan yang menekankan pentingnya keberadaan laboratorium pengecoran skala kecil untuk menunjang pembelajaran praktis di bidang manufaktur logam [7].

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk memastikan kesesuaian rancangan dapur peleburan dengan kebutuhan laboratorium adalah dengan melakukan validasi desain secara langsung terhadap hasil manufaktur sebenarnya. Penelitian oleh Irianto dkk. menunjukkan bahwa desain dapur peleburan dapat dioptimalkan melalui kombinasi simulasi CFD dan pengujian langsung pada prototipe nyata, untuk membandingkan kinerja desain dengan kondisi aktual di lapangan [8]. Metode ini tidak hanya memungkinkan penyesuaian dimensi komponen seperti tutup tungku, badan tungku, cetakan atas, dan cetakan bawah, tetapi juga memungkinkan pencatatan parameter penting seperti konsumsi bahan bakar LPG, peningkatan suhu tungku selama proses peleburan, serta evaluasi kualitas hasil coran. Dengan pendekatan ini, rancangan dapur peleburan kapasitas 3 kg dapat divalidasi sehingga layak digunakan sebagai fasilitas pembelajaran di laboratorium teknik mesin.

Penelitian oleh Syahputra dkk. merancang dan menguji dapur peleburan aluminium kapasitas 1 kg berbahan bakar oli bekas dengan tipe krusibel [9]. Pengujian dilakukan untuk mengetahui waktu peleburan, suhu kerja, efisiensi termal, dan hasil aluminium bersih. Hasilnya menunjukkan bahwa

desain ruang bakar yang tepat dan penggunaan material yang sesuai mampu menghasilkan efisiensi termal tinggi serta peleburan yang merata, sehingga menegaskan pentingnya validasi kinerja dapur peleburan berdasarkan hasil pengujian langsung.

Penelitian oleh Wetik dkk. merancang dan membuat tungku krusibel kapasitas 5 kg berbahan bakar LPG untuk peleburan logam nonferro, termasuk aluminium dan kuningan [10]. Pengujian menunjukkan bahwa penggunaan blower meningkatkan distribusi panas sehingga waktu peleburan lebih singkat dan temperatur lebih stabil. Temuan ini menguatkan bahwa desain tungku yang divalidasi melalui pengujian langsung dapat menghasilkan kinerja optimal, khususnya dalam hal efisiensi panas dan kualitas peleburan.

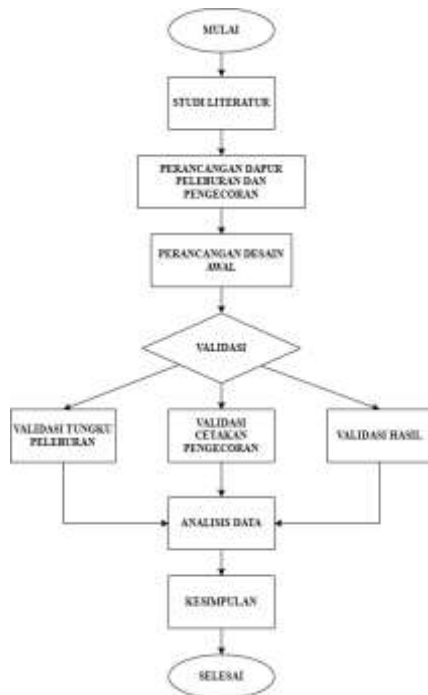
Penelitian oleh Azeez dkk. mengembangkan tungku krusibel berbahan bakar solar dengan kapasitas peleburan 30 kg logam nonferro, khususnya aluminium [11]. Hasil uji menunjukkan tungku memiliki laju pemanasan tinggi, efisiensi bahan bakar yang baik, dan mampu mempertahankan suhu kerja secara stabil. Keberhasilan penelitian ini menegaskan pentingnya desain dan validasi kinerja tungku melalui pengujian langsung, sehingga dapat mendukung industri pengecoran skala kecil maupun fasilitas pendidikan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk memvalidasi rancang bangun dapur peleburan dan pengecoran logam aluminium kapasitas 3 kg yang dirancang khusus untuk mendukung kegiatan praktikum di laboratorium Teknik Mesin. Validasi dilakukan untuk memastikan kesesuaian desain dengan hasil pembuatan, menilai kinerja dapur melalui parameter waktu peleburan, suhu maksimum, dan konsumsi bahan bakar, serta mengevaluasi kualitas hasil pengecoran.

Metode penelitian mencakup pengukuran dimensi komponen dapur untuk membandingkan hasil pembuatan dengan rancangan teknis awal, pengujian proses peleburan aluminium menggunakan bahan bakar LPG dengan pencatatan waktu dan suhu selama proses berlangsung, pengukuran konsumsi bahan bakar untuk menilai efisiensi penggunaan LPG, serta evaluasi hasil pengecoran melalui pengukuran dimensi produk cor dan membandingkannya dengan desain awal.

Alur pelaksanaan penelitian disusun secara sistematis sebagaimana ditunjukkan pada flowchart Gambar 1, yang mencakup tahapan mulai dari studi literatur, perancangan dapur, validasi desain dan hasil, hingga analisis data dan penarikan kesimpulan.



Gambar 1 . Alur Penelitian

Penelitian dilaksanakan di bengkel kerja milik rekan peneliti yang telah disesuaikan sebagai lokasi uji, mempertimbangkan ketersediaan ruang, akses terhadap peralatan, dan kemudahan proses modifikasi. Bahan utama yang digunakan adalah aluminium ingot AC4A, dipilih karena titik leburnya yang rendah dan sifat pengecorannya yang baik. Bahan pendukung meliputi pasir silika sebagai media cetak, fluks untuk mengikat pengotor logam, serta *ceramic wool* sebagai isolator termal. Bahan bakar yang digunakan adalah LPG, dipilih karena mudah diperoleh, efisien, dan ramah lingkungan untuk skala laboratorium.

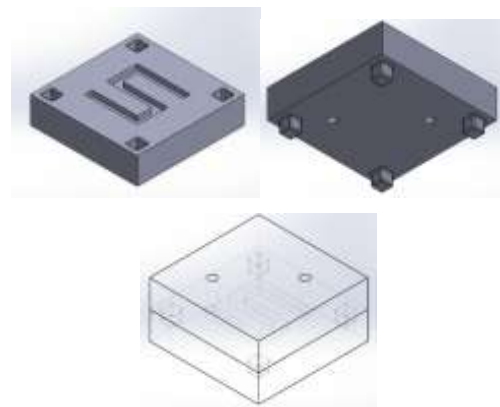
Peralatan penelitian meliputi dapur peleburan tipe krusibel kapasitas 3 kg hasil rancang bangun, burner beserta sistem suplai gas (selang dan regulator), cetakan logam sesuai desain uji, termogun HABOTEST HT650C untuk pengukuran suhu peleburan, timbangan digital untuk mengukur massa aluminium dan konsumsi LPG, vernier caliper dan penggaris untuk pengukuran dimensi hasil cor, serta alat pelindung diri seperti sarung tangan tahan panas, pelindung wajah, dan sepatu keselamatan.



Gambar 2 . Tungku

Gambar 2 memperlihatkan desain dapur peleburan tipe krusibel kapasitas 3 kg yang digunakan pada

penelitian ini. Tungku berbentuk silinder vertikal dengan ruang bakar di bagian tengah berfungsi sebagai tempat peleburan aluminium. Bagian atas dilengkapi tutup tungku dengan lubang pusat yang berfungsi sebagai jalur pembuangan gas sekaligus pengontrol panas. Saluran masuk burner terletak di sisi bawah tungku untuk mengarahkan nyala api langsung ke krusibel. Dua pegangan horizontal pada sisi tutup memudahkan proses pembukaan dan penutupan saat pengisian maupun pengambilan logam cair. Desain ini dirancang sederhana, kompak, dan mampu mempertahankan efisiensi panas melalui penempatan komponen yang optimal. Sebagai pasangan dari dapur peleburan tersebut, digunakan cetakan logam yang dirancang khusus untuk menampung logam cair hasil peleburan. Gambar 3 memperlihatkan desain CAD cetakan yang digunakan dalam penelitian.



Gambar 3 . Cetakan

Cetakan ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu cetakan atas (*upper mold*) dan cetakan bawah (*lower mold*), yang dirancang saling mengunci dengan bantuan empat pasak pengarah pada setiap sudutnya. Pada cetakan bagian atas terdapat rongga cetak yang membentuk alur sesuai desain produk, sedangkan cetakan bagian bawah berfungsi sebagai penutup untuk menjaga aliran logam cair tetap berada pada jalurnya. Gambar transparan menunjukkan bagaimana kedua bagian cetakan menyatu membentuk rongga cetak secara utuh. Sistem ini dirancang untuk menghasilkan dimensi produk yang presisi sekaligus meminimalkan risiko kebocoran logam cair selama proses pengecoran.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Validasi Dimensi Tungku

Secara umum, sebagian besar parameter memiliki perbedaan ukuran yang relatif kecil, yaitu kurang dari 3 mm, sehingga dapat dikatakan bahwa hasil pembuatan tungku telah mendekati spesifikasi desain. Perbedaan terbesar ditemukan pada parameter ketebalan tungku sebesar 3 mm, yang kemungkinan disebabkan oleh variasi ketebalan material dan proses

perakitan. Diameter luar tungku, tinggi tungku, dan diameter luar lubang burner menunjukkan kesesuaian penuh dengan ukuran desain, menandakan proses fabrikasi berjalan sesuai rancangan. Perbedaan pada diameter dalam tungku dan diameter dalam lubang burner masih dalam batas toleransi dan tidak memengaruhi fungsi operasional tungku secara signifikan. Hasil pengukuran dimensi tungku dibandingkan dengan ukuran desain ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Validasi dimensi tungku

Parameter yang diukur	Ukuran Desain (mm)	Hasil Pemeriksaan (mm)	Selisih (mm)
Ketebalan tungku	15.0	12.0	3.0
Diameter luar tungku	265.0	265.0	0
Diameter dalam bagian tungku	251	235.0	16.0
Tinggi tungku	250.0	250.0	0
Diameter luar lubang burner	40.0	41.4	14
Diameter dalam lubang burner	36.0	39.0	3.0

3.2. Validasi Dimensi Tutup Tungku

Sebagian besar parameter menunjukkan kesesuaian yang baik dengan ukuran desain, dengan selisih maksimal 5,1 mm pada tinggi tutup tungku. Perbedaan tersebut kemungkinan terjadi akibat proses pemotongan dan penyambungan material yang memengaruhi tinggi akhir komponen. Parameter seperti diameter luar tutup tungku dan diameter luar lubang tutup menunjukkan hasil identik dengan ukuran desain, menandakan presisi tinggi pada proses pembuatannya. Selisih yang terjadi pada ketebalan, diameter dalam, dan lubang tutup masih berada dalam batas toleransi yang dapat diterima, sehingga tidak mengganggu kinerja penutup tungku dalam mempertahankan panas selama proses peleburan. Hasil validasi dimensi tutup tungku disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil validasi tutup tungku

Parameter yang diukur	Ukuran desain (mm)	Hasil pemeriksaan (mm)	Selisih (mm)
Ketebalan tutup tungku	15.0	12.0	3.0
Diameter luar tutup tungku	265.0	265.0	0
Diameter dalam bagian tutup tungku	261.0	258.9	2.1
Diameter lubang tutup tungku	70.0	70.2	0.2
Tinggi tutup tungku	30.0	35.1	5.1

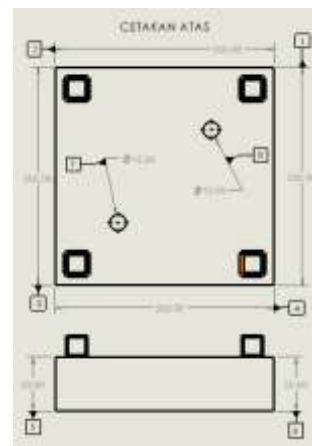
3.3. Validasi Cetakan Atas

Secara keseluruhan, sebagian besar parameter menunjukkan selisih yang masih berada dalam batas

toleransi, meskipun terdapat beberapa bagian yang memiliki perbedaan hingga 10 mm, seperti pada bagian 1, 3, dan 8. Perbedaan ini kemungkinan disebabkan oleh proses pemesinan atau finishing permukaan yang tidak sepenuhnya presisi terhadap rancangan awal.

Bagian-bagian lain, seperti dimensi 2, 4, 5, dan 6, menunjukkan kesesuaian penuh dengan ukuran desain, menandakan proses pembuatan pada area tersebut telah dilakukan secara akurat. Selisih kecil pada bagian 7 dan 8, masing-masing sebesar 1 mm dan 0,7 mm, masih dapat diterima karena tidak memengaruhi fungsi cetakan dalam membentuk rongga sesuai desain produk.

Secara umum, hasil validasi ini menunjukkan bahwa cetakan atas layak digunakan untuk proses pengecoran, dengan toleransi dimensi yang masih memenuhi standar ketepatan untuk menjaga kualitas dan presisi produk cor. Gambar 4 merupakan desain awal cetakan pada bagian atas. Hasil pengukuran dimensi cetakan atas dibandingkan dengan ukuran desain ditunjukkan pada Tabel 3.



Gambar 4 . Cetakan Atas

Tabel 3. Validasi cetakan atas

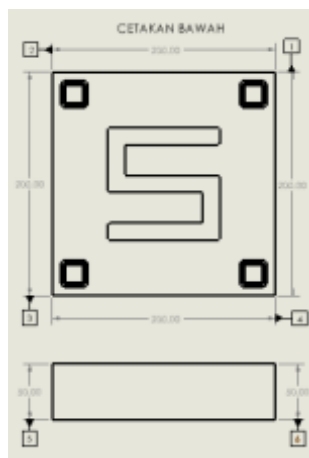
Bagian	Ukuran desain (mm)	Hasil pemeriksaan (mm)	Selisih (mm)
1	200.0	210.0	10
2	200.0	200.0	0
3	200.0	210.0	10
4	200.0	200.0	0
5	50.0	50.0	0
6	50.0	50.0	0
7	15.0	15.1	1
8	15.0	15.7	7

3.4. Validasi Cetakan Bawah

Secara umum, dimensi yang dihasilkan sangat mendekati rancangan awal, dengan selisih pengukuran yang relatif kecil dan masih berada dalam batas toleransi. Perbedaan terbesar terdapat pada bagian 1 sebesar 2 mm, serta pada bagian 2 sebesar 1 mm. Kedua perbedaan ini kemungkinan diakibatkan oleh proses pemotongan atau penyusutan material selama pemesinan.

Sebagian besar parameter, seperti pada bagian 3, 4, dan 5, menunjukkan kesesuaian sempurna antara hasil pemeriksaan dan ukuran desain. Sementara itu, perbedaan sebesar 0,3 mm pada bagian 6 tergolong sangat kecil dan tidak berdampak signifikan terhadap fungsi cetakan.

Secara keseluruhan, hasil validasi ini menunjukkan bahwa cetakan bawah memiliki ketelitian dimensi yang baik dan dapat digunakan secara efektif pada proses pengecoran untuk menghasilkan produk dengan presisi tinggi. Gambar 5 merupakan desain awal cetakan pada bagian bawah. Hasil pengukuran dimensi cetakan bawah dibandingkan dengan ukuran desain ditunjukkan pada Tabel 4.



Gambar 5 . Cetakan Bawah

Tabel 4. Validasi cetakan bawah

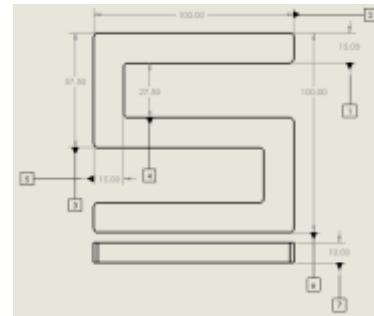
Bagian	Ukuran Desain (mm)	Hasil Pemeriksaan (mm)	Selisih (mm)
1	200.0	198.0	2.0
2	200.0	199.0	1.0
3	200.0	200.0	0
4	200.0	200.0	0
5	50.0	50.0	0
6	50.0	50.3	0.3

3.5 Validasi Hasil Coran

Secara umum, seluruh dimensi hasil pengecoran menunjukkan perbedaan yang sangat kecil terhadap rancangan awal, dengan selisih maksimal sebesar 0,70 mm pada bagian 4. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh penyusutan logam saat proses pendinginan, yang merupakan karakteristik umum pada pengecoran aluminium.

Sebagian besar bagian, seperti bagian 5,6 dan 7, memiliki selisih kurang dari 0,20 mm yang menandakan tingkat presisi tinggi pada proses pengecoran dan kesesuaian cetakan. Hasil ini menunjukkan bahwa cetakan mampu mempertahankan bentuk dan ukuran rongga secara akurat, sehingga menghasilkan produk dengan kualitas dimensi yang sangat baik.

Dengan toleransi perbedaan yang rendah pada semua bagian, produk cor yang dihasilkan dapat dikategorikan memiliki presisi tinggi dan layak digunakan sebagai representasi hasil validasi rancangan. Hal ini membuktikan bahwa kombinasi desain cetakan dan dapur peleburan yang digunakan pada penelitian ini mampu menghasilkan komponen dengan akurasi dimensi yang sesuai kebutuhan. Gambar 6 merupakan desain awal hasil dari pengecoran. Hasil pengukuran dimensi produk cor aluminium dibandingkan dengan ukuran desain ditunjukkan pada Tabel 5.



Gambar 6 . Hasil Coran

Tabel 5. Validasi hasil coran

Bagian	Ukuran Desain (mm)	Hasil Pemeriksaan (mm)	Selisih (mm)
1	15.00	15.50	0.50
2	100.00	99.40	0.60
3	57.50	57.20	0.30
4	27.50	28.20	0.70
5	15.00	15.02	0.02
6	100.00	100.12	0.12
7	10.0	10.16	0.16

3.6. Waktu Peleburan dan Kenaikan Suhu

Proses peleburan dimulai pada suhu awal 31,5°C, yang merupakan suhu lingkungan saat pengujian. Peningkatan suhu terjadi secara signifikan dalam lima menit pertama, mencapai 495°C, yang menunjukkan efisiensi perpindahan panas dari burner ke krusibel.

Pada menit ke-10, suhu mencapai 530°C, kemudian terus meningkat hingga 630°C pada menit ke-15. Kenaikan suhu yang stabil ini menunjukkan pembakaran bahan bakar LPG berjalan optimal tanpa gangguan suplai. Memasuki menit ke-20, suhu meningkat menjadi 738°C, dan pada menit ke-25 mencapai 780°C. Puncak suhu peleburan tercapai pada menit ke-30, dengan nilai melebihi 800°C, karena keterbatasan uji ukur suhu yaitu dengan menggunakan termogun HABOTEST HT650C yang hanya mampu mengukur suhu sampai dengan 800°C, yang melampaui titik lebur aluminium ($\pm 660^\circ\text{C}$), sehingga logam telah berada dalam kondisi cair sepenuhnya dan siap dituangkan ke dalam cetakan.

Pola kenaikan suhu ini menunjukkan bahwa desain tungku dan sistem pembakar yang digunakan mampu memberikan pemanasan cepat dan stabil, yang sangat

mendukung efisiensi waktu pada proses pengecoran. Hasil pengujian waktu peleburan dan kenaikan suhu aluminium ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Waktu peleburan dan kenaikan suhu

Waktu (menit)	Suhu (C)
0 Menit	31,5
5 Menit	495
10 Menit	530
15 Menit	630
20 Menit	738
25 Menit	780
30 Menit	+800

3.7. Hasil Konsumsi Bahan Bakar LPG

Pengujian konsumsi bahan bakar LPG dilakukan bersamaan dengan proses peleburan aluminium, dengan pencatatan berat tabung LPG pada interval waktu tertentu.

Berat awal tabung LPG tercatat sebesar 8000 g pada menit ke-0, kemudian mengalami penurunan bertahap menjadi 7933 g pada menit ke-5, 7867 g pada menit ke-10, dan 7800 g pada menit ke-15. Proses ini berlanjut hingga menit ke-30, di mana berat LPG tersisa 7600 g. Penurunan total sebesar 400 g selama 30 menit ini menunjukkan bahwa pembakaran bahan bakar berlangsung stabil dan efisien.

Berdasarkan data konsumsi tersebut, laju aliran gas dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$\text{Laju Gas} \left(\frac{kg}{s} \right) = \frac{\text{Massa LPG yang digunakan (kg)}}{\text{Waktu total (s)}}$$

Dengan massa LPG yang digunakan sebesar 0,4 kg dan waktu pembakaran 30 menit (1800 detik), diperoleh:

$$\text{Laju Gas} = \frac{0,4 \text{ kg}}{30 \times 60 \text{ s}} = 2,22 \times 10^{-4} \frac{kg}{s}$$

Nilai ini menunjukkan bahwa tungku bekerja dengan kebutuhan bahan bakar yang relatif kecil untuk mencapai suhu peleburan di atas 800°C. Efisiensi ini menjadikan sistem peleburan berbahan bakar LPG layak digunakan untuk kegiatan praktikum atau skala laboratorium yang membutuhkan pengoperasian hemat energi. Hasil pengukuran ditunjukkan pada Tabel 7, sedangkan tren penurunan berat gas divisualisasikan pada Gambar 7.

Tabel 7. Hasil Konsumsi bahan bakar LPG

Waktu (menit)	Berat (g)
0 Menit	8000
5 Menit	7933
10 Menit	7867
15 Menit	7800
20 Menit	7733
25 Menit	7667
30 Menit	7600



Gambar 7 . Diagram penggunaan gas LPG

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan proses validasi yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa dapur peleburan tipe krusibel kapasitas 3 kg yang dirancang telah memenuhi tujuan penelitian. Struktur geometri tungku, termasuk dimensi tungku utama dan tutup, umumnya sesuai dengan desain awal meskipun terdapat deviasi kecil, namun tetap berfungsi optimal selama pengujian. Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, disarankan penggunaan sensor termokopel tipe K atau pirometer agar pencatatan suhu dapat dilakukan dengan lebih akurat hingga melampaui 800°C.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Universitas Dian Nusantara atas kesempatan dan fasilitas yang diberikan, serta kepada Bapak Adri Fato selaku pembimbing, pengarah dan dukungannya selama proses penelitian ini. Penulis juga berterima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, serta memohon maaf apabila terdapat kekurangan dalam penulisan ini.

Daftar Rujukan

- [1] Lehmhus, D., 2022. Advances in metal casting technology: A review of state of the art, challenges and trends—Part I: Changing markets, changing products. *Metals*, 12 (11), pp.1-28.
- [2] Pane, N. A. R., Sudiyanto, A., 2021. Proses pengecoran dan manufaktur logam. *Journal of Metallurgical Engineering and Processing Technology*, 1 (2).
- [3] Istana, B., Lukman, J., 2016. Rancang bangun dan pengujian tungku peleburan aluminium berbahan bakar minyak bekas. *Surya Teknika*, 2 (4), pp.10–14.
- [4] Adeniji, T. A., Waheed, M. A. 2021., Evaluation of the energy efficiency of an aluminum melting furnace for a Nigerian cast-coiled plant. *Fuel Communications*, 9(4), 100027.
- [5] Lubi, A., Sugita, I. W., Tantonio, J. W., Rizq, D. A. M., Susetyo, F. B., 2022. Rancang bangun tungku peleburan aluminium berbahan bakar LPG. *Metalik: Jurnal Manufaktur, Energi, Material Teknik*, 1 (2), pp.81–86.
- [6] Yusuf, M., Faisal, F., 2016. Rancang bangun dapur peleburan logam non-fero berbahan bakar gas sebagai sarana

- pembelajaran di laboratorium teknik manufaktur. In: Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta, *Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2016*. Jakarta
- [7] Kalpakjian, S., Schmid, S. R., 2014. *Manufacturing engineering and technology*. 7th ed. Singapore: Pearson Education South Asia Pte Ltd.
- [8] Irianto, R. W., Pradana, Y. R. A., Suprayitno., 2024. Metal casting furnace design development using computer simulation. *Journal of Mechanical Engineering Science and Technology*, 8 (1), pp.1–14.
- [9] Syahputra, Y., Fikri, A., Mujirudin, M., Avorizano, A., 2023. Rancang bangun dapur peleburan aluminium dengan bahan bakar oli bekas. *Metalik: Jurnal Manufaktur, Energi, Material Teknik*, 1 (1), pp.34-44.
- [10] Wetik, F. R., Damayanti, I., Aqsa, M. N., Rasyid, S., Mihdar, U. H., 2024. Desain dan pembuatan tungku krusibel untuk peleburan logam bukan besi kapasitas 5 kg dengan bahan bakar gas. *Sinergi*, 22 (2), pp.305–311.
- [11] Azeez, R. O., Bashiru, A., Olufemi, O., Olakunle, O. T., Oludele, A., 2020. Development of a high-efficiency crucible furnace for melting 30kg non-ferrous metal scraps. *American Journal of Engineering Research*, 9 (7), pp.62–70.