

PENAMBAHAN TUTUP PADA TUNGKU PELEBURAN LOGAM DENGAN BAHAN BAKAR GAS LPG SEBAGAI PENUNJANG PRAKTIKUM MAHASISWA

ADDITIONAL LIDS ON METAL SMELTING FURNACES WITH LPG GAS FUEL AS A STUDENT PRACTICE SUPPORT

Subarjo^{1*}, Tri Widodo¹, dan Feni Setiawan¹

¹ Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Lampung

*Email : subarjo@polinela.ac.id

ABSTRACT

The foundry industry is indispensable in the development of metal products, both machinery, and household products. A metal smelting kitchen is an important tool in producing a product. The availability of smelting furnaces is currently still limited and the price is relatively expensive. As is known, it plays a strategic role, especially in industry and education as a medium for metal casting practice. The smelting of 1 kg of aluminum in the smelter without and using a bulkhead, with LPG fuel assisted by air from a blower that was carried out at the USU Mechanical Engineering Foundry Laboratory, consumed 0.42 kg of fuel with a smelting time of 18 minutes. The purpose of this research is to make a metal smelting furnace with the addition of a furnace cover so that it will reduce smelting time and save fuel. This research was conducted by testing a furnace with 500 g of material, with a temperature reaching 812° C with a time of 4.19 minutes. The metal material used is a used motorcycle brake canvas. Furnaces with lids turned out to be able to accelerate the heating of the furnace space, so that the melting time was shorter, compared to smelting furnaces that did not use lids. In this study the manufacture of a crucible furnace with walls or blankets of refractory cement, and fuel using LPG. This research was conducted at the Metal and Automotive Laboratory of the Lampung State Polytechnic.

Keywords: LPG gas, crucible, smelting, furnace.

Disubmit : 22 Oktober 2022

Diterima: 15 November 2022

,Disetujui : 20 Maret 2023

1. PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Industri pengecoran sangat dibutuhkan dalam pengembangan suatu produk, baik permesinan maupun produk rumah tangga. Dapur peleburan logam merupakan suatu alat yang penting dalam menghasilkan suatu produk. Beberapa dapur peleburan telah dikembangkan oleh para peneliti sebelumnya. Ketersediaan tungku peleburan saat ini masih terbatas dan harganya dipasaran relatif mahal, padahal alat ini sangat penting peranannya khususnya pada institusi pendidikan sebagai media praktek pengecoran logam. Alat pengecoran logam banyak dijumpai pada industri pengecoran logam pada sekla besar (Aminur *et al.*, 2020).

Bahan dari alumunium banyak ditemukan disetiap rumah sebagai bahan panci, tutup botol minuman ringan, tutup kaleng susu, dan lain sebagainya. Alumunium juga digunakan sebagai bahan untuk melapisi peralatan elektronik seperti compact disc dan lampu mobil. Pengerjaan pengecoran alumunium yang berkualitas dapat bersaing dan menghasilkan aluminium yang baik, sehingga dapat bersaing dalam industri logam. Pengerjaan pengecoran logam alumunium meliputi beberapa tahap diantaranya; persiapan bahan baku, pembuatan cetakan, proses peleburan, penuangan coran, pembongkaran, pembersihan serta pemeriksaan hasil coran. . Limbah logam yang paling banyak ditemui dilingkungan rumah tangga adalah aluminium karena jenis logam ini banyak dipakai dimasyarakat (Mubarok *et al.*, 2020).

Pengecoran logam bertujuan untuk pengembangan usaha rumahan daur ulang logam. Logam bekas dikumpulkan kemudian diubah menjadi bahan baru berkualitas dalam peleburan. Alumunium dapat ditempa menjadi lembaran, ditarik menjadi kawat dan diekstrusi menjadi batangan dengan bermacam-macam penampang. Selain itu, alumunium juga tahan terhadap korosi. Alumunium digunakan dalam banyak hal. Umumnya digunakan dalam kabel bertegangan tinggi. Selain itu, juga digunakan dalam bingkai jendela dan badan pesawat terbang.

Berkembangnya industri di Indonesia menjadikan kebutuhan akan industri logam semakin meningkat. Salah satunya adalah industri logam alumunium sebagai pengganti logam non ferrous. Alumunium bersifat lembut, ringan dan merupakan konduktor listrik dan konduktor panas yang baik. Saat ini berbagai upaya telah dilakukan untuk membantu para pengusaha industri pengecoran logam non-ferro khususnya aluminium, yakni dengan mengembangkan tungku atau dapur untuk peleburan. Pengembangan tungku/dapur umumnya dilakukan untuk meningkatkan unjuk kerja tungku sehingga efisiensi pembakarannya dapat ditingkatkan.

Pengecoran logam adalah proses pembuatan benda dengan mencairkan logam dan menuangkan ke dalam rongga cetakan. Pengecoran logam dapat dilakukan untuk bermacam-macam logam seperti, besi, baja, paduan tembaga (perunggu, kuningan, perunggu aluminium dan sebagainya), paduan ringan (paduan aluminium, paduan magnesium, dan sebagainya), serta paduan lain, semisal paduan seng, monel (paduan nikel dengan sedikit tembaga), hasteloy (paduan yang mengandung molibdenum, khrom, dan silikon), dan sebagainya (Arianto Leman S., 2014).

Sedangkan peleburan menurut Arifin (1976), adalah proses pencairan bahan (besi cor) dengan jalan dipanaskan di dalam sebuah dapur peleburan, setelah bahan mencair kemudian dituang ke dalam cetakan. Pada proses peleburan alumunium digunakan dapur jenis crucible. Dapur crucible adalah dapur yang paling tua digunakan. Dapur ini konstruksinya paling sederhana dan menggunakan kedudukan tetap dimana pengambilan logam cair dilakukan dengan menggunakan ladle atau gayung. Dapur ini sangat fleksibel dan serbaguna untuk peleburan dengan skala kecil dan sedang. Dapur Crucible yang ada berbentuk pot yang terbuat dari lempung dicampur dengan pasir. Terdapat tiga macam crucible menurut jenis bahan bakar: gas, minyak dan kokas.

Sumber energi untuk penggunaan bahan bakar ada banyak jenis tungku, jadi penggunaannya juga tergantung pada desain tungku direncanakan (Adi *et al.*, 2014). Beberapa tungku peleburan aluminium yang telah dikembangkan antara lain tungku berbahan bakar gas yang dilaporkan oleh (Sundari, 2011) Tungku atau dapur yang dirancang adalah dapur wadah dengan bahan bakar gas LPG berbentuk silinder dengan diameter 220 mm dan tinggi 300 mm dengan kapasitas 30 kg. Dari hasil percobaan yang dilakukan diketahui bahwa untuk melebur scrap aluminium seberat 30 kg membutuhkan waktu 1 jam 37 menit dan bahan bakar yang digunakan adalah 3,60 kg. Pengujian

dilakukan dengan peleburan 1 kg aluminium di dapur peleburan tanpa dan menggunakan sekat menggunakan bahan bakar LPG dibantu udara dari blower dan dilakukan di Laboratorium Foundry Teknik Mesin USU. 929 kj/jam dan jumlah bahan bakar yang dikonsumsi 0,42 kg dengan waktu peleburan 18 menit. Dan untuk tungku peleburan yang tidak menggunakan insulasi panas, panas yang diserap sebesar 31.912.738 kj dengan laju kalor terbuang sebesar 6.624,29 kj/jam dan jumlah bahan bakar yang dikonsumsi 0,68 kg dengan waktu leleh 25 menit (Butarbutar *et al.*, 2019).

Teknik pengecoran merupakan salah satu bidang keahlian yang penting dan dikuasai oleh mahasiswa Mekanisasi Pertanian. Salah satu mata kuliah dasar yaitu pengetahuan bahan teknik hanya sebatas teori, sehingga kompetensi teknik pengecoran belum punya. Dengan ketrampilan dan praktek langsung di lapangan, maka mahasiswa akan dapat menggali atau menambah wawasan sehingga mahasiswa siap kerja pada dunia industri ataupun berwirausaha. Maka perlu dibuat suatu alat pengecoran logam skala mini yang mudah digunakan oleh mahasiswa.

1.2. Tujuan

Tujuan kegiatan ini adalah untuk membuat tungku peleburan logam dengan penambahan tutup ruang tungku diharapkan akan mengurangi waktu peleburan logam.

2. METODE

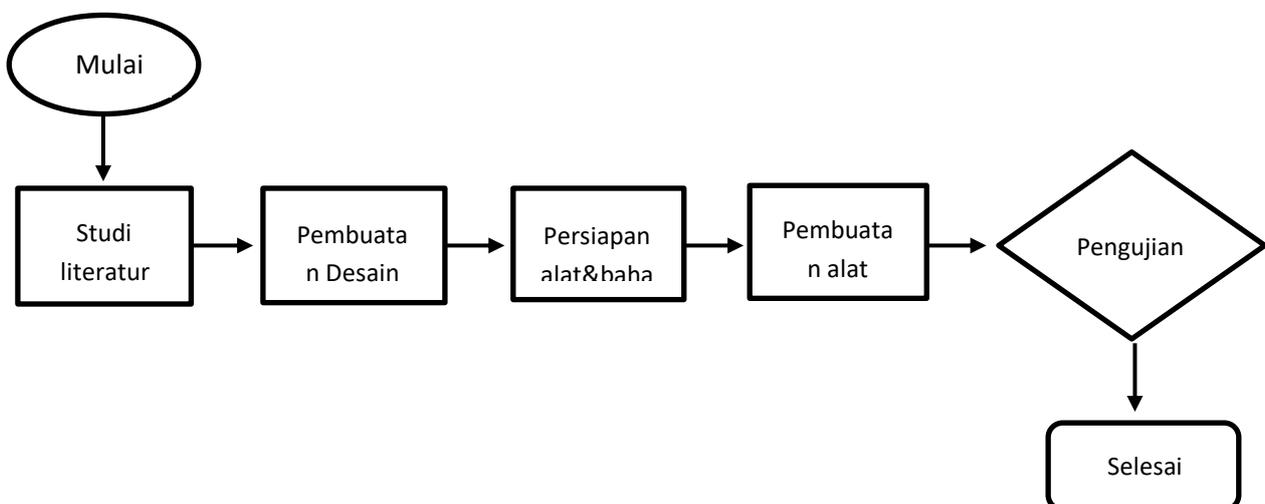
2.1. Waktu dan Tempat

Kegiatan ini dilakukan mulai pada bulan April sampai September tahun 2022, bertempat di Laboratorium Logam dan Otomotif Politeknik Negeri Lampung.

2.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah mesin las listrik, mesin gerinda portable, mesin bor, gergaji, palu, roll meter, stop watch, penggores, tang jepit, tabung gas LPG, regulator, termometer infra merah (infrared thermometer), blower dll. Sedangkan bahan yang digunakan, besi siku-siku, plat baja carbon rendah tebal 1,0 mm, pipa 3 inch, pipa 1 inchi, pipa ½ inchi, kawat elektroda, mata gerinda dan mata potong, semen tahan api, semen tahan api, dan gas LPG.

2.3. Diagram Alir Penelitian



Gambar Gambar 1. Diagram alir penelitian

2.4. Studi Literatur

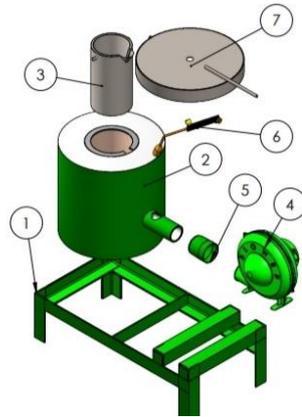
Studi lapangan dilakukan dengan membaca hasil-hasil penelitian dan melihat dilapangan, tetntang pengolahan logam, terutama logam alumunium dan pengolahan sampah alumunium, serta buku-buku penunjang.

2.5. Desain Alat

Berdasarkan data-data spesifikasi alat dilakukan pada studi literatur maka dibutalah perencanaan desain, paada tahapan ini keluarannya adalah gambar perencanaan alat.

2.6. Pembuatan Alat

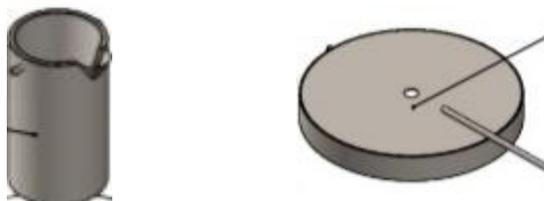
Pembuatan alat dilakukan berdasarkan gambar desain yang diperoleh, dengan menggunakan bahan dan peralatan yang sudah direncanakan. Pembuatan pertama-tama dengan pembuatan dinding tungku bagian luar diameter 30 cm dan bagian dalam diameter 18 cm dengan tinggi 30 cm, bahan dari plat, krusibel/ladel dengan ukuran \varnothing 15 cm, tinggi 25 cm, terlihat pada gambar 6. (Meilana, 2018). Berikut rencana tungku peleburan yang akan dibuat.



Gambar 2. Tungku peleburan alumunium

2.6.1. Krusibel

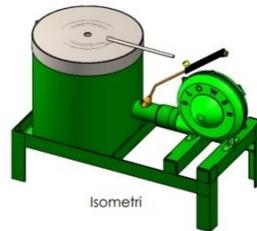
Krusibel memiliki fungsi sebagai tempat meleburkan material alumunium, sehingga harus memiliki sifat ketahanan terhadap temperature tinggi. Krusibel dibuat dengan menggunakan material baja karbon rendah dengan ukuran dimensi diameter 230 mm, tinggi 300 mm dan tebal 3 mm adapun desain krusibel dan tutup tungku yang akan dibuat dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Krusibel dan tutup tungku tempat meleburnya material alumunium

2.6.2. Dinding Tungku

Material yang digunakan untuk membuat dinding tungku adalah pelat baja dengan tebal 1,2 mm yang di roll dengan dimensi diameter luar 304 mm, dan diameter bagian dalam 203 mm dengan tinggi keseluruhan 300 mm, dan antara dinding luar dan dalam didisi dengan semen tahan api. Desain dinding tungku yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar 4. (Rachmat dan Sulaeman, 2020).



Gambar 4. Dinding tungku

2.7. Pengujian Tungku

Pengujian tungku peleburan dilakukan sebanyak tiga kali pengujian dengan menggunakan aluminium scrap sebagai bahan yang akan dilebur dan minyak jelantah sebagai bahan bakar. Adapun langkah-langkah pengujian tersebut sebagai berikut:

1. Menyiapkan tungku pelebur dengan perlengkapannya, bahan bakar dan material yang akan dilebur;
2. Melakukan pengukuran temperatur dengan Thermometer Laser untuk dijadikan patokan temperatur awal;
3. Melakukan pengukuran berat awal bahan bakar gas LPG;
4. Melakukan pengukuran berat material Aluminium limbah (kanvas rem) yang akan dilebur, untuk disiapkan dimasukan ke krusible/kowi;
5. Menyalakan api kemudian diikuti penyalaan blower, selanjutnya melakukan pengaturan nyala api dengan menambah bukaan regulator sehingga diperoleh nyala optimum;
6. Melakukan pengukuran temperatur pada tiap 60 detik sekali;
7. Mengukur temperatur pada saat material mulai lebur;
8. Setelah material lebur semua, dilakukan pengukuran temperatur tuang;
9. Menyiapkan cetakan;
10. Lalu buka tutup tungku, angkat kowi dan kemudian dituangkan material lebur secara hati-hati kedalam cetakan, secara continue sampai material habis kedalam cetakan (Istana dan Lukman, 2016)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan dilakukan pada tungku peleburan yang telah dibuat pada penelitian sebelumnya, yaitu dengan melakukan penambahan tutup model kerucut dimana pada tepi atas kerucut diberikan lubang dengan diameter 2,5 cm. Sistem buka dan tutup tungku dengan geser (sliding). Memilih sistem geser untuk memudahkan dalam bekerja. Pada tutup yang dibuat belum dilapisi dengan semen

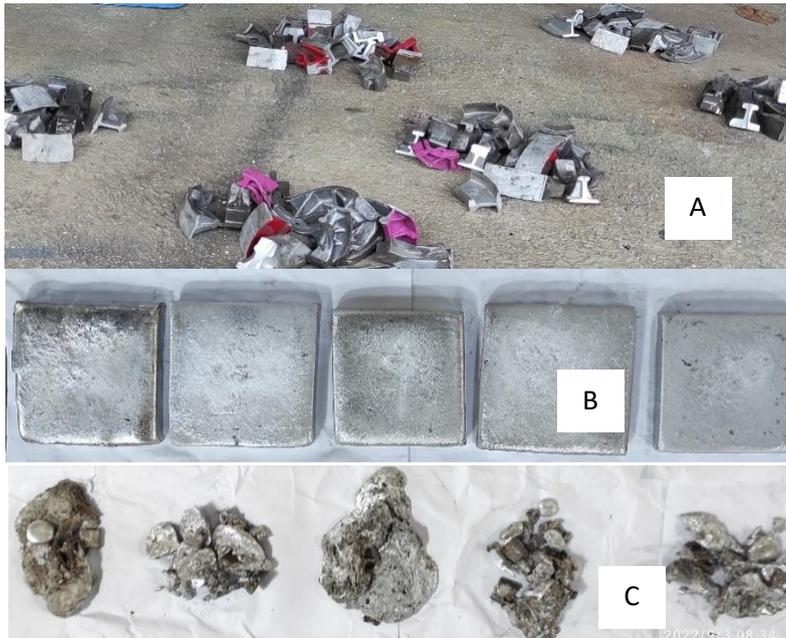
tahan api sehingga energi panasnya masih langsung merambat ke tutup tungku, dan suhu pada tutup tungku masih cukup tinggi mencapai 548° C.

Tabel 1. Hasil pengujian alat peleburan logam aluminium dengan bahan bakar gas LPG

Ulangan	Total Waktu (det)	Berat awal (g)	Berat akhir (g)	Temperatur Dinding (° C)	Temperatur	
					Ruang Tungku (° C)	LPG (g)
1	480	500	400	30,00	219,20	420
2	432	500	420	98,00	581,80	320
3	390	500	410	100,00	639,00	250
4	402	500	410	120,00	747,20	260
5	390	500	395	123,00	821,60	250
Rata-rata	418,8	500	407	119,80	812,00	300

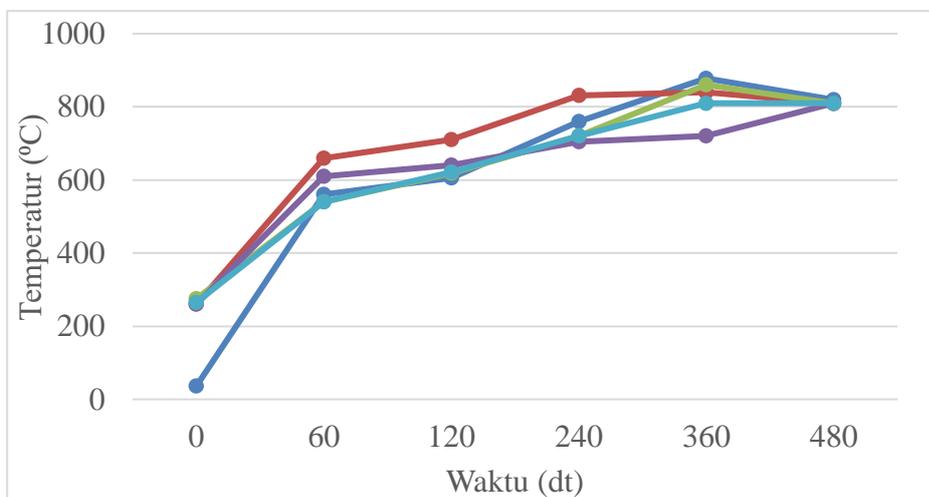
Pengujian tungku peleburan dilakukan dengan variabel volume bahan 500 g, Hasil pengujian dengan menggunakan bahan 500 g, diperoleh data seperti ditampilkan pada tabel 1. Temperatur dinding (selimut) tungku mencapai rata-rata 119,80 °C, sedangkan pada ruang peleburan mencapai 812 °C. Waktu yang diperlukan untuk meleburkan material mencapai 418,8 detik (6,98 menit). Ini menunjukkan adanya kemajuan bahwa dari hasil penilaian sebelumnya. Hasil uji coba dengan peleburan aluminium menunjukkan bahwa tungku krusibel mampu meleburkan aluminium 5 kg dengan waktu 60 menit (Aminur et al., 2020). Pada penelitian terdahulu bahwa tungku peleburan tanpa dilengkapi dengan tutup untuk meleburkan 500 g material diperlukan waktu sampai 14 menit.

Pada proses peleburan material aluminium limbah kanvas sepatu rem sepeda motor, bahan tidak murni seluruhnya dapat melebur, tetapi terdapat bahan pembawa yang tidak dapat melebur seperti tampak pada gambar 5. Bahan pembawa tersebut berupa benda asing ada besi lain yang berupa limbah. Hal ini salah satu penyebab yang menghambat peleburan dan mengurangi rendemen dari berat bahan awal. Bahan awal 500 g setelah dilebur menghasilkan aluminium yang dicetak beratnya menjadi 407 g, terlihat pada tabel 2. Susut hasil peleburan kaleng bekas pada variasi suhu 660 °C, 700 °C dan 740 °C memiliki rata-rata susut 24,33 gram, 42,67 gram, dan 59,67 gram. Artinya, suhu cairan mempengaruhi penyusutan logam. Untuk hasil produk pengecoran yang maksimal sebaiknya pilih suhu cairan 660 °C (Andrianto, 2018). Pada penelitian lain juga ditemukan bahwa, suhu maksimum yang diperoleh saat pengujian adalah 820 C dengan waktu leleh 50 menit untuk melelehkan 10 kg aluminium. (Rozi dan Agus Yulianto, 2018).



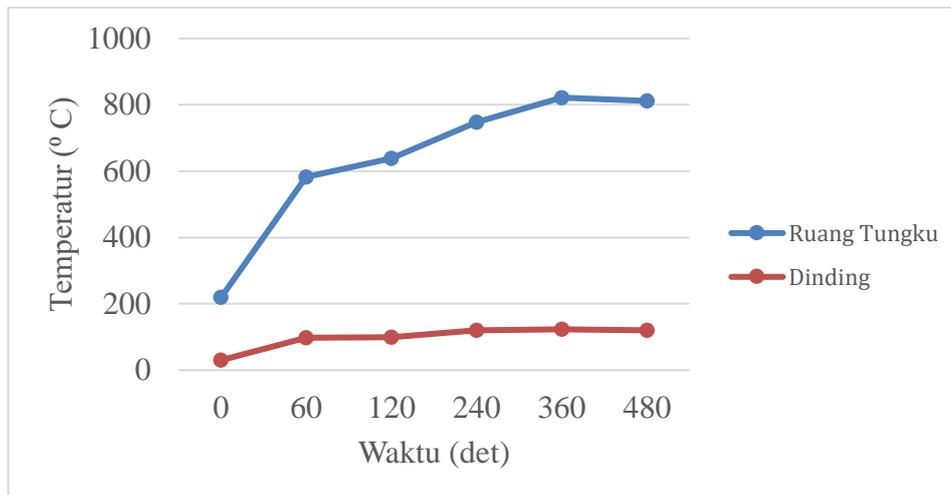
Gambar 5. A= material awal sebelum dilebur, B= Alumunium hasil peleburan, C= material pembaa sisa peleburan

Pada gambar 6. menunjukan bahwa temperatur hasil pengujian yang optimum dicapai pada suhu 812° C. Pada penelitian sebelumnya suhu dan waktu leleh optimum adalah 650°C selama 5-10 menit, 700°C selama 5 menit (Siswanto, 2014). Pada penelitian lain juga pada pengecoran paduan aluminium-seng dengan variasi temperatur tuang 600 ° C, 650 ° C, 700 ° C, 800 ° C, 850 ° C, 900 ° C dan pemanasan pada cetakan logam 300 ° C, 350 ° C dan 400 ° C. Hasil pengecoran yang baik untuk pengecoran pada suhu 850° C dan pemanasan cetakan logam pada suhu 350° C. Hasil pengecoran memiliki permukaan yang halus dan mengkilat serta kekerasan dan kekuatan tarik dari hasil coran dapat menjadi optimal (Raharjo dan Sujana, 2010).



Gambar 6. Grafik perubahan temperatur terhadap waktu selama proses peleburan logam alumunium

Temperatur tungku peleburan logam pada dinding luar tungku sangat berbeda dengan temperatur dalam krusibel (kowi), seperti terlihat pada gambar 11, suhu di ruang peleburan mencapai 800°C lebih dan pada dinding luar mencapai 119°C perbedaan ini karena adanya lapisan semen tahan api sehingga dapat menahan panas yang ada didalam kowi. Kowi terbuat dari besi pipa galvanis mampu menahan panas hingga suhu 900°C . Kowi terbuat dari baja dengan diameter 110 mm dan tinggi 280 mm, hasil pengujian dengan peleburan aluminium menunjukkan bahwa tungku peleburan mampu untuk melebur 5 kg aluminium selama 60 menit dengan konsumsi bahan bakar gas 3 kg. Temperatur maksimum yang dapat dicapai adalah 1367°C selama 15 menit dengan menggunakan crucible furnace (Aminur *et al.*, 2020).



Gambar 7. Grafik perubahan suhu terhadap lamanya peleburan antara suhu selimut (dinding luar) dan ruang tungku.

Untuk meleburkan material aluminium limbah sepatu kanvas rem, sebanyak 500 g dipat menghabiskan gas LPG sebesar 300 g peleburan. Hal ini menunjukkan bahwa tungku peleburan logam dengan penambahan tutup lebih sedikit mengkonsumsi bahan bakar gas LPG. Hasil penelitian yang lain bahwa untuk melebur aluminium 10 kg diperlukan kalor sebesar 10925,25 kJ, dengan waktu 1 jam 30 menit dan konsumsi bahan bakar yang digunakan adalah 4,9 kg (Nugroho dan Utomo, 2017). Hasil eksperimen lain juga menyatakan bahwa tungku peleburan logam yang dirancang dapat melelehkan 0,39 kg aluminium dalam waktu 30,15 menit. (Mubarak dan Akhyar, 2013).



Gambar 8. Penggunaan gas LPG terhadap bahan peleburan alumunium dalam waktu tertentu.

4. KESIMPULAN

Hasil pengujian tungku dengan penambahan tutup, pada peleburan logam alumunium dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Pembuatan alat peleburan dengan penambahan tutup dapat berfungsi dan bekerja untuk meleburkan logam alumunium.
- Peleburan logam alumunium dengan berat material awal (limbah kanvas rem sepeda motor) 500 g melebur dengan waktu 418,8 detik (6,98 menit).
- Temperatur ruang tungku (krusible) mencapai 812°C dan pada selimut luar mencapai $119,8^{\circ}\text{C}$.
- Penggunaan bahan bakar gas LPG untuk meleburkan material limbah kanvas rem sepeda motor seberat 500 g mencapai 300 g.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, I. M., Raharjo, W. P. dan Surojo, E. 2014. Rancang bangun tungku pencairan logam alumunium berkapasitas 2 kg dengan mekanisme tahanan listrik (Pengujian Performansi). *Mekanika* 13(September): 21–32.
- Aminur, A., Kadir, K., Hasbi, M., Sudarsono, S., Gunawan, Y., Hasanudin, L., Sisworo, R. R. dan Imran, A. I. 2020. Rancang bangun dan uji coba tungku krusibel dari tabung gas bekas dengan menggunakan sumber panas gas Lpg. *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)* 6(2): 118–124.
- Andrianto, B. 2018. Pengaruh Temperatur Cairan Terhadap Penyusutan Aluminium Pada Proses Pembekuan Logam Hasil Peleburan Kaleng Bekas. *Jurnal Timki-Techsain* 2(11).
- Arianto Leman S., T. 2014. Pengembangan Tungku Peleburan Aluminium Untuk Mengembangkan Kompetensi Pengecoran Di Smk Program Studi Keahlian Teknik Mesin. *Inotek* 18(1).
- Arifin, S. 1976. *Ilmu Logam*. Edisi Jilid 1. Ghalia Indonesia. Jakarta. 124 hal.
- Butarbutar, C. H., Muhadi, Indra dan Abda, S. 2019. Studi eksperimental pengaruh sekat pada tutup dapur peleburan crucible non ferrous metal terhadap temperatur ruang bakar kapasitas 3 Kg berbahan bakar LPG. *Jurnal Dinamis* 7(1): 31–43. Tersedia di <https://talenta.usu.ac.id/dinamis/article/view/7148>.

- Istana, B. dan Lukman, J. 2016. Rancang Bangun dan Pengujian Tungku Peleburan Aluminium Berbahan Bakar Minyak Bekas. *Jurnal Surya Teknik* 2(04): 10–14.
- Meilana, E. 2018. *Desain Dan Pembuatan Tungku Krusibel Untuk Peleburan Alumunium Dengan Bahan Bakar Gas Dan Proses Pengamatan Tungku Serta Proses Pengujian Pengecoran Menggunakan Cetakan Pasir Hitam Dengan Variasi Jarak Penuangan*. Muhammadiyah surakarta. 1–23 hal.
- Mubarok, A. A., Ilham, M. M., Fauzi, A. S., Mesin, T., Teknik, F., Nusantara, U. dan Kediri, P. 2020. Rancang Bangun Metal Foundry Limbah Aluminium Bekas Berkapasitas 2 Kg Berbahan Bakar LPG. 317–322.
- Rachmat, A. dan Sulaeman, M. 2020. Pembuatan tungku peleburan alumunium dengan pemanfaatan limbah tempurung kelapa sebagai bahan bakar. *Jurnal Ensitac* 07(01): 491–499.
- Raharjo, T. dan Sujana, W. 2010. Analisis Pengaruh Temperatur Penuangan dan Temperatur Cetakan terhadap sifat Makanis Bahan Paduan Al-Zn. *Jurnal Flywheel* 3(1): 21–27.
- Rozi, R. Y. F. dan Agus Yulianto, S. T. 2018. *Desain Dan Pembuatan Tungku Krusibel Untuk Peleburan Aluminium Dengan Bahan Bakar Gas Dan Proses Pengujian Tungkunya Serta Proses Pengecoran Melalui Cetakan Pasir Merah Dengan Variasi Waktu Pembongkaran*.
- Siswanto, R. 2014. Analisis Pengaruh Temperatur dan Waktu Peleburan terhadap komposisi Al dan Mg menggunakan metode pengecoran tuang. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Universitas Trisakti* 1–6.
- Sundari, E. 2011. Rancang bangun dapur peleburan alumunium bahan bakar gas. *Jurnal Austenit* 3(April).
- Winarno, J. 2013. Rancang Bangun Tungku Peleburan Aluminium Berbahan Bakar Padat dengan Sistem Aliran Udara Paksa. *Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Janabadra, Yogyakarta*.