

Rancang Bangun dan Pengujian Tungku Peleburan Aluminium Berbahan Bakar Minyak Bekas

Budi Istana, Japri Lukman
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Riau
E-mail : *budiistana@umri.ac.id*

Abstrak

Peleburan logam merupakan suatu proses produksi dengan cara mencairkan logam hingga mencapai titik lebur kemudian dituang ke dalam rongga cetakan hingga menghasilkan bentuk geometri semirip produk akhirnya. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, membuat dan menguji tungku peleburan aluminium berbahan bakar minyak bekas (Minyak Jelantah). Tungku peleburan logam yang dihasilkan berkapasitas peleburan 10 Kg Aluminium. Dimensi luar tungku berbentuk silinder dengan diameter 36 cm, tinggi 40 cm dan dimensi dalam diameter 30 cm dan tinggi 35 cm. Dari hasil pengujian diperoleh waktu yang dibutuhkan untuk melebur 1 Kg Aluminium adalah 25 menit pada temperature mencapai 701 °C dengan konsumsi bahan bakar sebanyak 1,48 Liter. Tungku ini diharapkan dapat menjadi sarana pembelajaran bagi mahasiswa dalam perkuliahan teknik pengecoran logam non ferro khususnya aluminium.

Kata Kunci : Tungku pengecoran logam, Aluminium Scrap, minyak jelantah.

Abstract

Metal smelting is a process of production by means of a metal melt until it reaches its melting point and then poured into a mold cavity to produce a geometrical form as closely as the final product. This research aims to design, build and test-fired aluminum melting furnace waste oil (Used Cooking Oil). The resulting metal melting furnace with a capacity of 10 Kg Aluminum smelting, the outer dimensions of a cylindrical furnace with a diameter of 36 cm, 40 cm high and 30 cm dimensions in diameter and 35 cm high. From the test results obtained by the time required to melt 1 kg Aluminum is 25 minutes at a temperature of 701 °C with castings achieve fuel consumption of 1,48 liters. This furnace is expected to be a learning tool for students in the lecture non ferrous metal casting techniques, especially aluminum.

Keywords: Metal casting furnace, Aluminum scrap, used cooking oil

1. Pendahuluan

Tungku peleburan atau disebut juga dengan tungku pengecoran logam memiliki banyak jenis dan metode pembakaran. Ada beberapa jenis tungku peleburan aluminium yang telah dikembangkan diantaranya tungku berbahan bakar gas yang dibuat oleh Magga (2010) yaitu dengan mengembangkan analisis perancangan tungku peleburan logam non-ferro jenis portable berbahan bakar arang sebagai sarana pembelajaran. Tungku peleburan yang direncanakan berbentuk kotak dengan diameter dalam berbentuk selinder dan cawan pelebur berbentuk selinder, dimensi tungku adalah 50 cm x 50 cm, diameter dalam selinder 30 cm. Dari hasil analisis yang telah dilakukan diketahui bahwa besarnya kalor yang digunakan

untuk melebur 5 kg aluminium diperlukan kalor sebesar 3.030.600 J. Volume dari cawan pelebur yang diperlukan adalah 1,5 liter. Pada 2011, Sundari juga telah mengembangkan tungku atau dapur. Dapur yang dirancang adalah dapur crucible berbahan bakar gas LPG berbentuk silinder dengan diameter 220 mm dan tinggi 300 mm dengan kapasitas 30 kg. Dari hasil uji coba yang dilakukan diketahui bahwa untuk melebur aluminium *scrap* seberat 30 kg diperlukan waktu 1 jam 37 menit dan bahan bakar yang digunakan adalah 3,60 kg.

Ashgi (2009) juga telah melakukan rancang bangun tungku peleburan aluminium berbahan bakar minyak dengan sistem aliran udara paksa. Dapur peleburan yang dirancang dibuat dari tatanan bata tahan api yang dilekatkan dengan campuran semen dan pasir tahan api. Dapur lebur

mempunyai tinggi 62 cm, diameter luar 57 cm dan, diameter dalam 31 cm. Dari hasil pengujiannya diketahui peleburan 4 kg aluminium menggunakan bahan bakar solar diperlukan 5,8 liter dengan waktu peleburan 50-55 menit, sedangkan dengan menggunakan oli bekas diperlukan 6 liter, dan memerlukan waktu peleburan 60-65 menit.

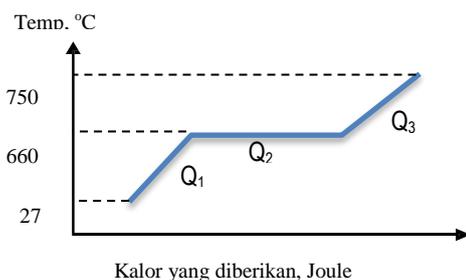
Dalam penelitian ini akan dibuat dan diuji sebuah tungku peleburan aluminium berbahan bakar limbah minyak bekas (minyak jelantah), karena bahan bakar tersebut harganya lebih murah dan ketersediaannya cukup banyak atau dapat diperoleh dengan mudah dan murah sehingga diharapkan dapat menjadi sarana pembelajaran dan pengayaan bahan ajar teknik pengecoran logam.

Aluminium merupakan logam ringan yang mempunyai ketahanan korosi yang baik. Berat jenis aluminium adalah 2,643 kg/m³ cukup ringan dibandingkan logam lain. Kekuatan aluminium yang berkisar 83 – 310 Mpa dapat melalui pengerjaan dingin atau pengerjaan panas (Surdia dkk, 1994). Di pasaran Aluminium ditemukan dalam bentuk kawat *foil*, lembaran, pelat dan profil. Semua paduan aluminium ini dapat mampu dibentuk, dimesin, dilas atau dipatri.

Proses peleburan adalah proses pencairan bahan (besi cor) dengan jalan dipanaskan di dalam sebuah dapur peleburan, setelah bahan mencair kemudian dituang ke dalam cetakan (Arifin, 1976). Pada proses peleburan aluminium digunakan dapur jenis *crucible*. Dapur *crucible* adalah dapur yang paling tua dan paling banyak digunakan. Dapur ini konstruksinya sangat 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.

Terdapat tiga macam *crucible* menurut jenis bahan bakar: gas, minyak dan kokas. Dapur *Crucible* dengan bahan bakar kokas jarang digunakan karena kurang efisien.

Jumlah panas/kalor yang diperlukan dalam peleburan aluminium dapat digambarkan sebagai berikut (Zemansky, 1994) :



Gambar 1. Tahap peleburan aluminium

Kalor yang diperlukan dalam peleburan aluminium adalah :

$$Q_{\text{lebur}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 \\ = m.(C_p \Delta T_1 + KL + C_p \Delta T_2) \quad (1)$$

dengan,

Q_1 = kalor untuk menaikkan suhu kamar menjadi suhu cair aluminium

Q_2 = kalor untuk mencairkan aluminium

Q_3 = kalor untuk menaikkan suhu (aluminium dari 660 °C sampai 750 °C)

m = massa benda (Kg)

C_p = kalor jenis bahan (aluminium 8,8 x 10² J/Kg.K)

KL = kalor lebur aluminium

ΔT_1 = perubahan suhu dari T_1 ke T_2 ΔT_2

= perubahan suhu dari T_2 ke T_3 T_1

= suhu awal (°C)

T_2 = suhu akhir (°C)

Waktu yang diperlukan untuk melebur aluminium dapat dihitung dengan persamaan :

$$t = \frac{Q_{\text{lebur}}}{q_{\text{cawan}}}$$

dengan,

Q_{lebur} = kalor yang diperlukan untuk melebur aluminium

q_{cawan} = laju aliran kalor yang diserap oleh cawan/kowi pelebur

2. Methodologi

Gambaran umum penelitian ini dapat dilihat seperti diagram alir di bawah ini:

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Proses Produksi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Riau.

2.2 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Blower

Adalah alat yang digunakan untuk memberikan tekanan udara sehingga bahan bakar minyak bekas dapat terbakar didalam burner.

2. Burner

Adalah alat yang digunakan sebagai mediapencampuran bahan bakar minyak bekas dengan udara sehingga dihasilkan busur api yang

bias dimanfaatkan sebagai sumber pemanas tungku peleburan.

3. Mesin Las

Adalah alat yang digunakan untuk membuat kedudukan tungku dan burner.

4. Mesin roll plat

Mesin yang digunakan untuk menggulung plat membentuk dinding tungku yang direncanakan berbentuk silinder.

Bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Semen Tahan Api SK-32

Adalah semen yang berfungsi sebagai isolator untuk pembuatan tungku peleburan dengan ketahanan panas mencapai 1600°C

2. Besi Siku

Adalah bahan yang digunakan untuk membuat kaki kedudukan tungku.

3. Pipa Besi 2"

Adalah bahan yang digunakan untuk pembuatan tempat lubang burnerminyak bekas pada tungku.

4. Minyak Bekas (Minyak Jelantah)

Adalah bahan yang digunakan sebagai bahan bakar dalam proses peleburan

2.3 Rancang Bangun Tungku

Rancang bangun tungku meliputi langkah-langkah:

1. Membuat gambar rancangan konstruksi tungku
2. Menentukan alat dan bahan untuk fabrikasi dan pengujian tungku
3. Fabrikasi tungku

2.4 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. Ukur minyak jelantah dengan menggunakan gelas ukur kemudian tuang kedalam wadah penampung bahan bakar dan ditinggikan sekitar 180 cm dari dasar tungku
2. Atur posisi exhaust burner tepat pada lubang intake manifold tungku kemudian hubungkan intake burner dengan blower.
3. Masukkan sedikit arang yang sudah menyala pada burner sebagai pengumpan api lalu hidupkan blower.

4. Buka kran yang terdapat pada wadah penampung bahan bakar, pastikan bahan bakar mengalir lancar.
5. Setelah burner menghasilkan api yang sesuai, matikan blower lalu tempatkan kowi tepat ditengah-tengah tungku dan diisi dengan aluminium *scrap* yang telah ditimbang sebelumnya.
6. Nyalakan blower kembali dan proses pengukuran waktu dan temperature aluminium *scrap* yang ada didalam kowi dilakukan dengan menggunakan thermocouple digital.
7. Setelah aluminium melebur dan mencapai temperature diatas 700°C , kemudian dituang kedalam cetakan yang telah disediakan.
8. Sisa bahan bakar diukur kembali dengan gelas ukur untuk dianalisa lebih lanjut.
9. Pengujian kedua dan ketiga dilakukan dengan prosedur yang sama seperti pengujian pertama akan tetapi dilakukan ketika tungku dalam kondisi dingin.

2.5 Analisis Data

Analisis data yang dilakukan untuk menentukan:

1. Distribusi temperature terhadap waktu
2. Waktu peleburan
3. Laju konsumsi bahan bakar

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Rancangan



Gambar 2. Hasil Rancangan tungku

Hasil dari perancangan tungku pengecoran aluminium yang sudah dibuat memiliki tinggi 400 mm dan berdiameter luar 360 mm.



Gambar 3. Foto dokumentasi hasil rancangan tungku

Dinding dalam tungku dibuat dari bahan refractory yang mampu menahan panas hingga 1600 °C



Gambar 4. Foto dokumentasi hasil rancangan tungku



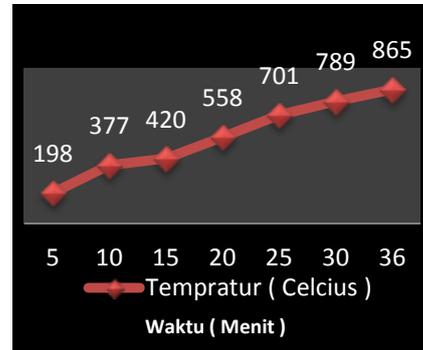
Gambar 5. Foto dokumentasi hasil rancangan burner

3.2 Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali dan disetiap pengujian bahan bakar minyak jelantah yang disediakan sebanyak 3 liter dan jumlah aluminium sebanyak 1 Kg. pengujian kedua dan ketiga dilakukan ketika tungku sudah dipastikan

dalam kondisi dingin (± 24 jam setelah pengujian sebelumnya). Data yang disajikan merupakan data rata-rata hasil pengujian.

Dari hasil pengukuran diperoleh distribusi temperatur terhadap waktu seperti ditunjukkan oleh grafik berikut ini:



Gambar 6. Grafik distribusi temperature



Gambar 7. Grafik konsumsi bahan bakar

Dari pelaksanaan pengujian, diperoleh data sebagai berikut:

1. Aluminium melebur pada temperatur 701 °C dalam waktu 25 menit.
2. Jumlah bahan bakar yang dibutuhkan sebanyak 1,493 liter.
3. Total aluminium yang dileburkan 1 kg + 1 kg + 1 kg = 3 Kg

3.3 Pembahasan hasil pengujian

Dari hasil pengujian tungku peleburan aluminium diketahui bahwa tungku yang dirancang mampu meleburkan aluminium *scrap* rata-rata 2,4 Kg per jam dengan laju pembakaran bahan bakar 3,6 liter per jam. Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan bahan bakar untuk melebur aluminium adalah sebesar 1,5 liter per kg aluminium *scrap*. Besarnya laju pembakaran bahan bakar ini sama dengan tungku peleburan berbahan bakar oli bekas yaitu 1,5 liter per kg aluminium *scrap*. Besarnya laju pembakaran bahan bakar lebih kecil jika dibandingkan dengan tungku peleburan berbahan

bakar minyak tanah yang mencapai 1,6 liter per kg aluminium *scrap* dan lebih besar jika dibandingkan dengan tungku berbahan bakar solar yang mencapai 1,4 liter per kg aluminium.

Berdasarkan hasil pengamatan secara visual pada saat pengujian, sulitnya mengatur api burner masih menjadi kendala terbesar, hal ini disebabkan system feeding bahan bakar yang selalu tersumbat dan pengaturan bukaan kran bahan bakar yang belum tepat. Disamping itu, aliran udara dari blower juga tidak bisa diatur sehingga udara yang dibutuhkan tidak bisa di atur sesuai keinginan. Masih terdapat *heat losses* yang cukup tinggi terutama pada dinding luar tungku hal ini disebabkan kurang tebalnya dinding isolator.

4. Simpulan

4.1 Simpulan

Dari hasil pengujian dan analisis data yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan:

1. Tungku yang dirancang dapat digunakan untuk peleburan aluminium dengan laju peleburan 2,4 Kg per jam.
 2. Laju konsumsi bahan bakar sebesar 3,6 liter bahan bakar perjam.
 3. Besarnya laju pembakaran sama dengan tungku peleburan berbahan bakar oli bekas.
 4. Besarnya laju pembakaran bahan bakar lebih kecil jika dibandingkan dengan tungku peleburan berbahan bakar minyak tanah
 5. Besarnya laju pembakaran bahan bakar lebih besar jika dibandingkan dengan tungku berbahan bakar solar.
- Besarnya kebutuhan bahan bakar untuk melakukan peleburan aluminium adalah sebesar 1,5 Liter bahan bakar per kg aluminium.

4.2 Saran

Penyempurnaan terhadap tungku peleburan hasil rancangan dapat dilakukan dengan melakukan perbaikan system pengumpanan bahan bakar yang dilengkapi dengan alat penyaring, membuat blower yang bisa diatur kecepatannya serta memberikan lapisan isolator tambahan pada dinding luar tungku sehingga meminimalisir *heat losses*. Perlu pengujian lebih lanjut untuk mendapatkan hasil yang optimal dalam melakukan peleburan aluminium.

Daftar Pustaka

1. Zemansky, Sears, 1994, Fisika Untuk Universitas 1 : Mekanika, Panas, Bunyi, Binacipta, Bandung.

2. Arifin, Syamsul, 1976, Ilmu Logam, Jilid I, Ghalia Indonesia, Jakarta.
3. Ashgi, 2009, Rancang Bangun Dapur Kowi Pelebur Aluminium Berbahan Bakar Minyak, Digital Library, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, <http://digilib.uns.ac.id/>, diakses pada 05/04/2016, 15:16.
4. Holman, J.P. "Perpindahan Kalor", Erlangga, Jakarta, 1986.
5. Winarno, J., 2013, Rancang Bangun Tungku Peleburan Aluminium Berbahan Bakar Padat Dengan Sistem Aliran Udara Paksa, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Janabadra Yogyakarta.
6. Magga, R., 2010, Analisis Perancangan Tungku Pengecoran Logam (non-Ferro) Sebagai Sarana Pembelajaran Teknik Pengecoran, JIMT Vol. 7, No. 1, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako.
7. 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.
8. Tata surdia., Prof. Ir, M.Sc.Met dan Kenji Chijiiwa, Prof. Dr, 1982, Teknik pengecoranlogam, Jakarta.