

Perancangan dan Pembuatan Dapur Peleburan Logam dengan Menggunakan Bahan Bakar Gas (LPG)*

Amir Zaki Mubarak, Akhyar

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Syeh Abdurrafuf No. 7 Darussalam - Banda Aceh 23111, Indonesia

**e_mail : akhyarhasan@yahoo.com

*Dibiayai oleh Universitas Syiah Kuala, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, sesuai dengan Surat Perjanjian Penugasan Dalam Rangka Pelaksanaan Penelitian Dosen Muda Tahun Anggaran 2013 Nomor : 122/UN11.2/LT/SP3/2013 Tanggal 13 Mei 2013

Abstract

Foundry industry is very important in the development of both machinery and household products. Furnace is important utility in producing a product. Available furnaces in the market are very costly and difficult to obtain due to be imported from abroad. Responding these issues, in this study is designed and developed a furnace that is simple, easy to manufacture, portable and most importantly the price is low so that it is affordable for industrial-scale domestic foundry industry. The furnace is heated with LPG (Liquefied Petroleum Gas) as the gas is economical and obtainable. Refractory stones are used as a heat insulator to increase the temperature in the combustion chamber to reach 1,000 °C. The heat can be set via the setting of gas that goes into the combustion chamber so that it can be adapted for different types of material with a melting temperature below 1,000 °C. The type of metal melted in this research is aluminum. The test results showed that the furnace is able to melt 0.39 kg of aluminum in 30.15 minutes.

Keywords : furnace, foundry, LPG.

1. Pendahuluan

Perkembangan industri peleburan dan pengecoran logam di Indonesia khususnya provinsi Aceh saat ini sangat rendah. Padahal Indonesia berpotensi menjadi salah satu pasar terbesar di dunia. Industri pengecoran logam berskala kecil banyak yang terkendala perkembangannya, ini disebabkan oleh dapur peleburan logam yang tersedia di pasaran sangat mahal harganya dan susah untuk didapatkan karena harus diimpor dari luar negeri. Pemilihan jenis dapur dan proses peleburan yang digunakan harus sesuai dengan jenis logam yang dipilih dan juga sesuai dengan produk yang diinginkan.

Jenis dan klasifikasi dapur peleburan yang saat ini berkembang diantaranya adalah dapur krusibel, dapur kupola, dapur busur listrik, dapur induksi, dapur konverter, dan Dapur Thomas dan Bessemer. Bahan bakar yang digunakan juga beragam diantaranya batu bara, bahan bakar minyak, listrik, arang, bahkan bahan bakar berbentuk gas [1].

Untuk menjawab permasalahan tersebut diatas maka perlu perancangan dan pembuatan dapur peleburan logam yang sederhana, mudah pembuatannya, mudah dipindah-pindahkan (*portable*) dan yang paling penting adalah murah harganya sehingga dapat dijangkau oleh industri-industri pengecoran skala rumah tangga. Dapur peleburan logam hasil perancangan dan pembuatan tersebut akan memiliki beberapa keunggulan diantaranya adalah efisiensi bahan bakarnya karena menggunakan bahan

bakar gas (LPG) dan temperatur ruang bakar yang mencapai 1000 °C karena konstruksi dapur menggunakan isolasi panas bata tahan api. Untuk itu, perlu mendapatkan sebuah rancangan dapur peleburan aluminium yang relatif murah dengan menggunakan bahan bakar gas (LPG).

Aluminium memiliki titik lebur 660 °C, sehingga dengan suhu dapur 1000°C sangat potensial digunakan untuk meleburkan aluminium. Jenis logam lain yang dapat dileburkan dengan dapur ini titik lebur dibawah 1000 °C adalah tembaga (962 °C), kuningan (940 °C), timah (327 °C), magnesium-lead (630 °C), Sn-Bi (232 °C), dan sebagainya [2].

Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan sebuah rancangan dapur peleburan aluminium yang relatif murah dengan menggunakan bahan bakar gas (LPG), dalam proses peleburan 0.39 kg aluminium bahan bakar yang terpakai dalam peleburan ini adalah 100 gram gas.

2. Tinjauan Pustaka

Paduan *non ferrous* seperti paduan Aluminium, paduan tembaga, paduan timah hitam, dan paduan ringan lainnya biasanya dilebur dengan menggunakan dapur peleburan jenis krusibel, sedangkan untuk besi cor menggunakan dapur induksi frekuensi rendah atau kupola. Dapur induksi frekuensi tinggi biasanya digunakan untuk melebur baja dan material tahan temperatur tinggi.

Menurut Groover, pemilihan dapur tergantung pada beberapa faktor [3]:

1. Paduan logam yang akan dicor
2. Temperatur lebur dan temperatur penuangan
3. Kapasitas dapur yang dibutuhkan
4. Biaya operasi
5. Pengoperasian
6. Pemeliharaan
7. Polusi terhadap lingkungan.

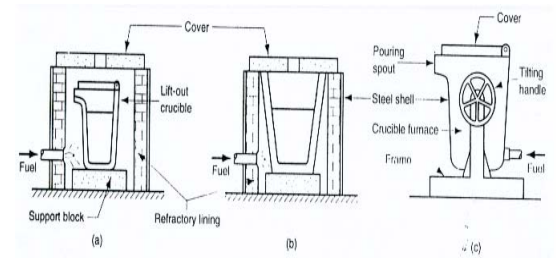
Jenis dapur yang paling banyak digunakan dalam pengecoran logam ada lima jenis yaitu; Dapur jenis kupola, dapur pengapian langsung, dapur krusibel, dapur busur listrik, dan dapur induksi. Dalam memproduksi besi cor dapur yang paling banyak digunakan industri pengecoran adalah krusibel dan dapur induksi, jenis kupola sudah mulai jarang digunakan karena pertimbangan tertentu. Berikut ini uraian tentang dapur peleburan. Pada unit ini memperkenalkan dapur dan refraktori dan menjelaskan berbagai aspek perancangan dan operasinya [4].

Proses pengecoran logam penentuan jenis peleburan sangat tergantung kepada kualitas material yang akan dileburkan serta besaran volume yang diperlukan untuk pengecoran.

Dapur adalah sebuah peralatan yang digunakan untuk mencairkan logam pada proses pengecoran (*casting*) atau untuk memanaskan bahan dalam proses perlakuan panas (*heat treatment*). Karena gas buang dari bahan bakar berkontak langsung dengan bahan baku, maka jenis bahan bakar yang dipilih menjadi penting. Sebagai contoh, beberapa bahan tidak akan mentolerir sulfur dalam bahan bakar. Bahan bakar padat akan menghasilkan bahan partikulat yang akan mengganggu bahan baku yang ditempatkan didalam dapur [4].

Idealnya dapur harus memanaskan bahan sebanyak mungkin sampai mencapai suhu yang seragam dengan bahan bakar dan tenaga kerja sesedikit mungkin. Kunci dari operasi dapur yang efisien terletak pada pembakaran bahan bakar yang sempurna dengan udara berlebih yang minimum. Dapur beroperasi dengan efisiensi yang relatif rendah (dibawah 70 %) dibandingkan dengan peralatan pembakaran lainnya seperti boiler (dengan efisiensi lebih dari 90 %). Hal ini disebabkan oleh suhu operasi yang tinggi didalam dapur. Sebagai contoh, sebuah dapur yang memanaskan bahan sampai suhu 1200 °C akan mengemisikan gas buang pada suhu 1200 °C atau lebih yang mengakibatkan kehilangan panas yang cukup signifikan [4].

Dapur ini melebur logam tanpa berhubungan langsung dengan bahan pembakaran (*indirect fuel-fired furnace*).



Gambar 1. Tiga jenis dapur krusibel (Groover, 2000)

Dalam gambar 1 ditunjukkan tiga jenis dapur krusibel yang biasa digunakan :

- a. Krusibel angkat (*lift-out krusibel*),
- b. Pot tetap (*stationary pot*),
- c. Dapur tukik (*tilting-pot furnace*).

Krusibel angkat yaitu krusibel ditempatkan didalam dapur dan dipanaskan hingga logam mencair. Sebagai bahan bakar digunakan minyak, gas, dan serbuk batubaru. Bila logam telah melebur, krusibel diangkat dari dapur dan digunakan sebagai label penuangan. Dapur pot tetap Dapur tidak dapat dipindah, logam cair diambil dari kontainer dengan ladle. Dapur tukik Dapat ditukik untuk menuangkan logam cair.

Dapur krusibel digunakan untuk peleburan logam non-besi seperti perunggu, kuningan, paduan seng dan aluminium. Kapasitas dapur umumnya terbatas hanya beberapa ratus pound saja. Dapur krusibel adalah dapur yang paling tua yang digunakan dalam peleburan logam. Dapur ini mempunyai konstruksi paling sederhana. Dapur ini ada yang menggunakan kedudukan tetap dimana pengambilan logam cair dengan memakai gayung. Dapur ini sangat fleksibel dan serba guna untuk peleburan yang skala kecil dan sedang. Bahan bakar dapur Krusibel ini adalah gas atau bahan bakar minyak karena akan mudah mengawasi operasinya. Ada pula dapur yang dapat dimiringkan sehingga pengambilan logam dengan menampung dibawahnya. Dapur ini biasanya dipakai untuk skala sedang dan skala besar. Dapur Krusibel jenis ini ada yang dioperasikan dengan tenaga listrik sebagai alat pemanasnya yaitu dengan induksi listrik frekuensi rendah dan juga dapat dengan bahan bakar gas atau minyak, sedangkan dapur Krusibel yang memakai burner sebagai alat pemanas dengan kedudukan tetap terlihat seperti gambar dibawah [3]

Batu tahan api yang umum digunakan untuk dapur peleburan jenis krusibel adalah batu tahan api yang memiliki sifat-sifat seperti di bawah ini [1]:

1. Tidak melebur pada suhu yang relatif tinggi.
2. Sanggup menahan lanjutan panas yang tiba-tiba ketika terjadi pembebanan suhu.
3. Tidak hancur di bawah pengaruh tekanan yang tinggi ketika digunakan pada suhu yang tinggi.
4. Mempunyai koefisien thermal yang rendah sehingga dapat memperkecil panas yang terbuang.
5. Memiliki tekanan listrik tinggi jika digunakan untuk dapur listrik.

Tabel 2.1 Sifat-sifat batu bata tahan api (Alaneme dan Olanrewaju, 2010).

Jenis Batu Bata	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Kandungan lain (%)	PCE (°C)
Super Duty	49-53	40-44	5-7	1.745-1.760
High Duty	50-80	35-40	5-9	1.690-1.745
Menengah	60-80	26-36	5-9	1.640-1.680
Low Duty	60-70	23-33	6-10	1.520-1.595

Semen merupakan salah satu bahan perekat yang jika dicampur dengan air mampu mengikat bahan-bahan padat seperti pasir dan batu menjadi suatu kesatuan kompak. Sifat pengikatan semen ditentukan oleh susunan kimia yang dikandungnya. Adapun bahan utama yang dikandung semen adalah kapur (CaO), silikat (SiO₂), alumunium (Al₂O₃), ferro oksida (Fe₂O₃), magnesit (MgO), serta oksida lain dalam jumlah kecil. Bahan pengikat berfungsi untuk mengikat batu bata tahan api, serta untuk menutup celah yang terjadi dari penyusunan batu bata. Bahan pengikat yang dipakai ini adalah semen tahan api yang juga dapat menambah ketahanan bahan tahan api terhadap suhu tinggi [3].

Refraktori semen tahan api, seperti batu bata tahan api, semen tahan api silika dan refraktori tanah liat alumunium dengan kandungan silika (SiO₂) yang bervariasi sampai mencapai 78% dan kandungan Al₂O₃ sampai mencapai 44%. Tabel 2.1 memperlihatkan bahwa titik leleh (PCE) batu bata tahan api berkurang dengan meningkatnya bahan pencemar dan menurunkan Al₂O₃. Bahan ini seringkali digunakan dalam tungku, kiln dan kompor sebab bahan tersebut tersedia banyak dan relatif tidak mahal [4].

Alumunium merupakan logam ringan yang memiliki ketahanan korosi, hantaran listrik dan sifat logam yang baik. Untuk meningkatkan kekuatan mekaniknya maka ditambahkan unsur-unsur Cu, Mg, Si, Mn, Zn, Ni, dan sebagainya. yang bersamaan juga memberikan efek yang baik pada ketahanan korosi, ketahanan aus, koefisien muai rendah. Bahan ini penggunaannya sangat luas, selain untuk peralatan rumah tangga, juga dipakai sebagai material pesawat terbang, mobil, kapal laut, konstruksi dan sebagainya [5].

Tabel 2.2 Sifat-sifat fisik aluminium [5]

Sifat-sifat	Kemurnian Al (%)	
	99,996	>99,0
Massa Jenis	2,6989	2,71
Titik Cair	660,2	653-657
Panas jenis (cal/g.°C)	0,2226	0,2297
(100°C)	64,94	59 (dianil)
Hantaran Listrik (%)	0,00429	0,0115
Tahanan listrik koefisien	23,86 x 10 ⁻⁶	23,5 X 10 ⁻⁶
temperatur (°C)	Fcc, a=4,013	Fcc,a=4,04 kX
Koefisien pemuaian (20-100°C)	kX	
Jenis kristal, konstanta kisi		

Unsur paduan alumunium adalah silikon, tembaga dan magnesium. Silikon meningkatkan kekerasan dan ketahanan korosi, tembaga meningkatkan sifat mekanik, dan magnesium menyebabkan benda bertambah ringan selain ringan, paduan ini memiliki sifat-sifat : tahan korosi, daya hantam listrik yang baik, penyelesaian permukaan mudah dilakukan dan sifat permesinan baik.

Gas LPG merupakan bahan bakar gas yang di cairkan (*Liquified petroleum gas*), merupakan produk minyak bumi yang diperoleh dari proses distilasi bertekanan tinggi. Fraksi yang digunakan sebagai umpan dapat berasal dari beberapa sumber yaitu Gas alam maupun Gas hasil dari pengolahan minyak bumi. Komponen utama LPG terdiri dari Hidrokarbon ringan berupa propana (C₃H₈) dan Butana (C₄H₁₀), serta sejumlah kecil Etana (C₂H₆), dan pentana (C₅H₁₂), LPG digunakan sebagai bahan bakar untuk rumah tangga dan industri. LPG terutama digunakan oleh masyarakat tingkat menengah keatas yang kebutuhan semakin meningkat dari tahun ketahun kerana termasuk bahan bakar yang ramah lingkungan. Sebagai bahan bakar untuk keperluan rumah tangga, LPG harus memenuhi beberapa persyaratan khusus dengan tujuan agar aman dipakai dalam arti tidak membahayakan bagi sipemakai dan tidak merusak peralatan yang digunakan serta efisien dalam pemakaian. Oleh sebab itu untuk menjaga faktor keselamatan, LPG dimasukkan ke dalam tabung yang tahan terhadap tekanan yang terbuat dari besi baja dan dilengkapi dengan suatu pengatur tekanan, disamping itu untuk mendeteksi terjadi kebocoran LPG, maka LPG sebelum dipasarkan terlebih dahulu ditambah zat pembau (*odor*) sehingga apabila terjadi kebocoran segera diketahui [6].

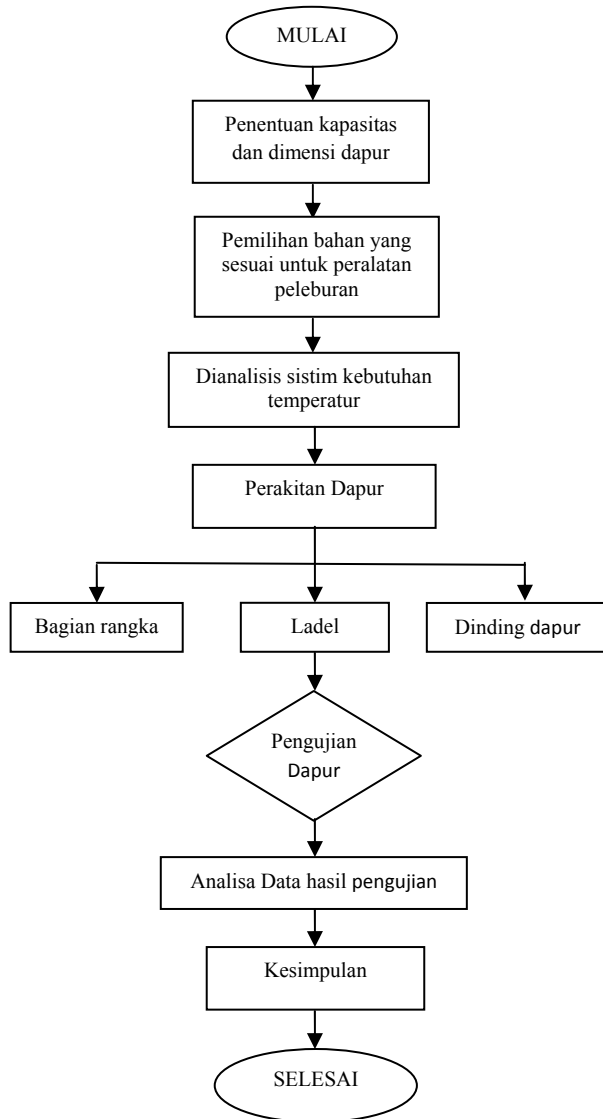
3. Metodologi

Metode pelaksanaan penelitian dilakukan dengan tahapan seperti dapat dilihat pada diagram alir pada gambar 3.1.

Adapun material/bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Batang Stainless Steel Φ 3 mm
- 2) Pipa Stainless Steel Φ 110 mm (tebal 3 mm)
- 3) Engsel
- 4) Batu tahan api
- 5) Semen tahan api
- 6) Plat Stainless Steel (tebal 3 mm)
- 7) Burner
- 8) Selang dan Regulator gas
- 9) Tabung gas LPG 12 kg
- 10) Pemantik api/ mancis

Proses peleburan dilakukan di Laboraturium pengecoran, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala.



Gambar 3.1. Diagram alir penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

Dapur yang digunakan untuk peleburan ini dirancang untuk peleburan logam aluminium. Dapur ini memakai bahan bakar gas LPG untuk memanasi sebuah cawan lebur ditengah-tengah ruang bakar yang dindingnya dilapisi dengan susunan batu bata tahan api. Ada beberapa komponen penting yang menjadi pertimbangan penting dalam proses perancangan.

4.1 Ladel

Perancangan ladel didasarkan atas kapasitas dari logam yang dapat dileburkan. Berdasarkan analisis, pada perancangan ini ladel lebur yang dibuat dari pipa stainless dengan ukuran diameter 100 mm, tebal 3 mm dan tinggi 185 mm. pada bagian atas pipa stainless tersebut dibuat berlubang sedangkan bagian bawah dibuat alas atau tertutup.



Gambar 2. Bentuk Ladel Lebur

4.2 Alat Pemanas

Alat pemanas berfungsi untuk mencukupi kebutuhan panas yang diperlukan pada proses peleburan. Untuk penggunaan LPG sebagai bahan bakar, digunakan *burner* standar kompor gas sebagai pemanas. Pada dapur peleburan yang direncanakan ini, alat *burner* dilengkapi dengan selang dan regulator.

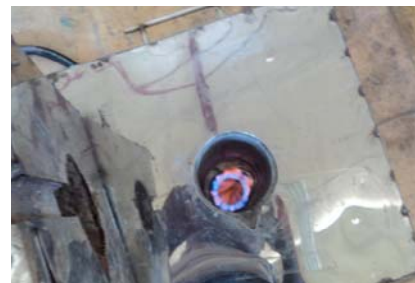


Gambar 3. Burner

4.3 Ruang Bakar

Ruang bakar adalah tempat dimana nyala api membakar dinding cawan. Ruang ini merupakan bagian paling penting dalam perancangan. Panas didalam ruang bakar harus bisa diisolasi dengan sebaik mungkin untuk mengurangi kerugian panas dan menghemat bahan bakar.

Ruang bakar ini dindingnya dilapisi dengan bata tahan api yang diikat dengan semen tahan api, agar pada proses pembakaran terjadi suhu panas dari pembakaran yang keluar tidak terlalu besar. Ruang pembakaran dirancang kecil sebesar ladel agar proses pemanasan menjadi efektif.



Gambar 4. Bentuk Ruang Bakar.

4.4 Rangka

Struktur rangka dirancang untuk sanggup menahan beban dari berat susunan bata dan komponen lainnya. Rangka dirakit dari susunan batang stainless steel

dengan ukuran 50 cm. Susunan rangka tersebut dilapisi dengan plat stainless sehingga susunan bata tahan api didalamnya menjadi terlindungi.



Gambar 5. Pemasangan Batu Tahan Api

Susunan batu tahan api tersebut diikat dan dilapisi dengan semen tahan api. Pada dikosongkan berbentuk lubang sebagai tempat untuk meletakkan ladle dalam proses peleburan.



Gambar 6. Dapur Dikeringkan

4.5 Uji lebur

Dalam proses uji lebur peralatan disetting dimana pemanas diletakkan dibawahnya dan ladle yang sudah berisi dengan material yang akan dileburkan diletakkan di ruang bakar. Bahan yang dileburkan dalam uji lebur ini adalah alumunium.



Gambar 7. Proses Peleburan Logam

Waktu yang diperlukan untuk meleburkan 0.39 kg alumunium diperoleh secara langsung saat pengujian dengan menggunakan stop watch, dari penelitian diperoleh waktu peleburan 30,15 menit.

5. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan dapat disimpulkan bahwa dapur peleburan logam yang dirancang dapat meleburkan 0,39 kg alumunium dalam waktu 30,15 menit.

Daftar Pustaka

- [1] Sudjana, H., 2008, *Teknik Pengecoran Logam*, Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta.
- [2] Callister, W., D., 2007, *Materials Science and Engineering*, John Wiley & Sons, Inc, United States of America
- [3] Groover, M., 2000, *Fundemental of Modern Manufacturing*, Bradley University, New York.
- [4] Akuan, A., 2009, *Tungku Peleburan Logam*, Universitas Jendral Ahmad Yani, Bandung.
- [5] Tata surdia, Shinroku S., 1984, *Pengetahuan Bahan Teknik*, PT . Pradnya paramita, Jakarta.
- [6] Inayah Fatwa kurnia dewi , 2009. *Pemanfaatan gas*. Universitas indonesia