

# PENGEMBANGAN *CONTINUOUS FURNACE* UNTUK MENDUKUNG PEMBELAJARAN DALAM BIDANG PENGECORAN LOGAM DI FAKULTAS TEKNIK UNY

Setyo Hadi<sup>1</sup>, Prihatno Kusdiyarto<sup>2</sup>, Muntaha<sup>3</sup>, Surono<sup>4</sup>  
<sup>1,2,3,4</sup>Pendidikan Teknik Mesin FT UNY

## ABSTRACT

The final aim of this study was to assist the execution of aluminum casting or other metals by the combustion mechanism with gas fuel or waste oil material. Therefore, the continuous furnace would be useful with the modification of the process of metal casting with an integrated cast after combustion of the material directly flow through the channel into the molding process. Furnace work was done by making stages: Determine the design of the concept of furnace model, supporting construction / furnace, determining the material was used, making the design, making the furnace and installing the smart burner. Finally, the study reveals that would be produce a continuous furnace for aluminum metal with dimensions of diameter 500 mm, height 670 mm. Furthermore, it was using 6-inch and 2-inch pipe materials as a support frame, stainless steel for furnace cover, and using the castable / refractory cement and the wire mesh for refractory brick making. Obtained heat efficiency was used to melt aluminum by 15.95%.

## ABSTRAK

Tujuan akhir dari penelitian ini untuk membantu pelaksanaan pekerjaan pengecoran logam aluminium atau logam yang lain dengan mekanisme pembakaran dengan bahan bakar gas atau hasil sisa material oli bekas. pengembangan *continuous furnace* / tungku kontinyu ini akan berguna dengan modifikasi proses pengecoran logam dengan terpadu yaitu setelah pembakaran material cor langsung mengalir lewat saluran ke dalam cetakan sehingga dalam sekali proses pencetakan. Pengerjaan tungku ini dilakukan dengan tahapan pembuatan : Menentukan perancangan desain konsep model *furnace*/ tungku nya, konstruksi pendukung/ tempat tungku, menentukan material yang akan digunakan, pembuatan desain , pembuatan tungku dan *smart burner*. Hasil modifikasi pembuatan *continuous furnace* ini akan menghasilkan tungku kontinyu untuk logam aluminium dengan dimensi diameter 500 mm, tinggi 670 mm. Menggunakan bahan pipa berdiameter 6 inch, dan 2 inch sebagai rangka penyangga, stainless steel , dan menggunakan *castable* /semen tahan api dan *wiremesh* untuk rangka pembuatan bata tahan api. Diperoleh efisiensi kalor yang digunakan untuk melebur aluminium sebesar 15,95%.

**Kata kunci:** *continuous, furnace*, pengecoran

## PENDAHULUAN

Pengembangan pengecoran/ pelelehan bahan dasar aluminium secara kontinyu (*continuous aluminium melting*) telah menjadi kebutuhan yang mendasar bagi industri/ pengembangan bidang pengecoran. Hal ini dapat dikombinasikan perangkat jenis tungku

pelelehan/ pengecoran dan juga mekanisme cara pembakarannya. Hal ini akan berdampak pada pemanfaatan bagaimana cara penyimpanan energi, menentukan titik leleh yang tinggi dan juga aspek kualitas bahan aluminiumnya tersendiri dan mungkin juga perlu dibuat dengan suhu yang rendah, serta dapat dilakukan perbaikan dengan mudah

apabila sudah dipakai. Maka dibutuhkan modifikasi tungku dan perangkat pengecoran dengan memperhatikan titik leleh, kalor lebur dan kalor jenis aluminium dengan suhu pembakaran yang cukup untuk sirkulasi pembakaran agar dapat dioptimalkan untuk meleburkan material yang ada serta agar nantinya pengecoran bisa dilakukang dengan suhu yang ideal.

Dalam proses pengecoran aluminium masih menggunakan tungku pembakaran yang sederhana dan masih dilakukan penelitian. Udara yang masuk kedalam tungku pembakaran merupakan udara sekitar dengan suhu temperatur kamar, sehingga panas yang dihasilkan kurang maksimal yang dapat menurunkan efisiensi tungku pembakaran. Panas yang dihasilkan tungku pembakaran tidak berpusat pada bejana cairan dan nyala api tidak stabil sehingga dapat memperlambat proses pendidihan cairan yang dibutuhkan untuk proses pengecoran aluminium.

Dari uraian masalah di atas, maka perlu temuan – temuan inovatif yang dapat mendukung perkembangan pendidikan dan dunia industri tersebut berupa teori atau alat penemuan baru. Salah satunya dengan melakukan penelitian tentang pengembangan tungku kontinyu (*continuous furnace*) yang pembakarannya dengan memanfaatkan bahan bakar sisa proses pengolahan bahan tambang/ oli bekas atau bisa menggunakan gas elpiji yang diharapkan dapat meningkatkan efisiensi tungku pembakaran yang baik dan panas yang dihasilkan, sehingga panas yang dihasilkan lebih besar dan air cepat menguap maka dapat menghemat bahan bakar dan biaya produksi yang rendah.

## METODE

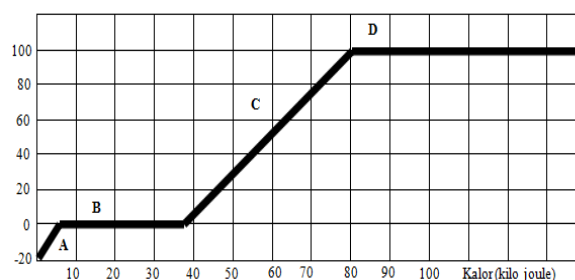
Penelitian ini menggunakan desain Penelitian dan Pengembangan/ *Research and Development* (R&D). Model penelitian pengembangan ini yang terdiri dari langkah-langkah: (1) *Analysis*, (2) *Design*, (3) *Development*, (4) *Implementation* dan (5) *Evaluation*. Berikut ini prosedur pengembangan penelitian ini : 1) Analisis: Peneliti melakukan

analisis kebutuhan pembuatan *continuous furnace* tungku kontinyu yang simple dan efektif yang akan dikembangkan, 2) Desain: Peneliti membuat rancangan desain berupa gambar kerja dari tungku yang telah ada sebelumnya dalam bidang pengecoran di FT UNY, 3) Develop: Peneliti mengembangkan *Continuous Furnace / Tungku kontinyu* dan *Smart Burner* sebagai pendukungnya sesuai rancangan pada tahap Desain, dalam penelitian ini direncanakan untuk mengembangkan alat ini sebanyak 1 unit, dengan memodifikasi dari penelitian sebelumnya yang serupa. 4) Implementasi: *continuous furnace* dan *Smart Burner* sebagai pendukungnya yang akan terus dikembangkan, digunakan dalam mendukung pembelajaran praktik pengecoran logam di FT UNY. 5) Evaluasi : Berdasarkan hasil percobaan pengujian pemakaian *continuous furnace* (tungku kontinyu) dengan menganalisis tingkat efektifitas kalor jenis dan kalor lebur aluminium yang digunakan dalam pengecoran.



Gambar 1. Pemasangan *Smart Burner* pada *Continuous Furnace*

Dengan melihat dari perubahan grafik berikut ini kita bisa menentukan tentang banyaknya kalor pada saat es (zat lain) melebur sampai menjadi air semuanya.



Gambar 2 : Grafik Hubungan suhu dengan energi kalor yang diperlukan pada perubahan zat.

Sedangkan untuk menganalisa tingkat efisiensi Kalor yang digunakan untuk melebur aluminium dapat di peroleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Q = c.m. (\Delta T) \dots\dots\dots \text{ (Kalori)}$$

$$Q_L = M_L \times C_L \dots\dots\dots \text{ (Kalori)}$$

Dimana :

Q = banyaknya kalor yang dilepas atau diterima oleh suatu benda (Joule)

m = massa benda yang menerima atau melepas kalor (kg)

c = kalor jenis zat (J/Kg<sup>0</sup>C)

$\Delta T$  = perubahan suhu (<sup>0</sup>C)

QL (Kalor lebur) = banyaknya kalor yang digunakan oleh setiap 1 kg zat untuk melebur pada titik leburnya. Sedangkan kalor yang digunakan untuk membeku sebanding dengan massa zat dan kalor bekunya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Mengkaji dari penelitian sebelumnya tentang pengecoran yaitu Joko Winarno (2013) melakukan rancang bangun tungku peleburan Aluminium berbahan bakar padat dengan sistem aliran udara paksa. Tungku berdimensi (600 x 600 x 600) mm dengan isolator dari abu sisa pembakaran sekam padi. Efisiensi tungku hanya 4,45 % terkait *energy loss* yang besar akibat kerugian kalor oleh aliran udara paksa dari *blower* yang terbawa keluar bersama gas asap pembakaran dan terbuang melalui saluran buang pembakaran. Aliran udara paksa juga menyebabkan nyala api pembakaran keluar melalui celah-celah pintu bahan bakar di atas tungku.

Ella (2011) telah mengembangkan rancang bangun tungku krusibel untuk melebur Aluminium berbahan bakar gas. Tungku di buat dari drum bekas ukuran Ø 590 mm x 490 mm

dengan bahan isolator dari batu bata. Pot di buat dari plat tebal 8 mm yang rol membentuk silinder berdiameter luar 220 mm.

Arianto, dkk (2015) telah menerapkan tungku pelebur dengan *economizer* untuk mendukung praktik pengecoran aluminium di SMK PIRI 1 Yogyakarta dan SMKN 2 Depok Sleman.

Dengan memperhatikan penelitian sebelumnya maka penelitian RnD ini dimulai dari tahap pembuatan *continuous furnace* dan perangkat *smart burner* sebagai sumber energi pengecoran. Beberapa langkah pembuatan *continuous furnace* sebagai berikut :

1. Tahap pembuatan tungku : Pengelasan dan perakitan.



Gambar 3 : Pengelasan Pipa dan Rangka *Furnace*

2. Tahap mencetak dinding dan alat batu tahan api menggunakan Castable seri TNT 16



Gambar 4: Hasil cetakan batu tahan api dari Castable

3. Tahap pembuatan tutup tungku terbuat dari stainless yang di lapiasi dengan batu tahan api dan rangka dari *wiremesh*. Pada tutup tungku di pasang saluran pembuangan asap dari burner yang dibuat dari pipa besi diameter 2 inch. Pipa pembuangan dibuat berlekuk dengan tujuan mengurangi panas yang keluar dari tungku sehingga logam akan mudah mencair.



Gambar 5: Tutup *continuous furnace*

4. Tahap percobaan *Continuous Furnace* dan *Smart Burner*



Gambar 6: Uji Coba *Continuous Furnace*

4. Hasil akhir pembuatan *Continuous Furnace*



Gambar 7: *Continuous Furnace*

Sedangkan untuk analisa perhitungan kalor pada *continuous furnace* yang dibutuhkan untuk memasak aluminium diperoleh hasil sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Q_c &= c.m. (\Delta T) \\
 &= 210 \text{ kal/ kg}^\circ\text{C} \times 42 \text{ kg} \times (700-32)^\circ\text{C} \\
 &= 5.891.760 \text{ kal} \\
 &= 5.891,76 \text{ Kkal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_L &= M_L \times C_L \\
 Q_L &= 42 \text{ kg} \times 403.000 \text{ J/kg} \\
 &= 16.926.000 \text{ J} = 16.926.000 \times 0,24 = \\
 &4.062.240 \text{ Kalori} = 4.062, 24 \text{ Kkal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_a &= Q_c + Q_L = 5.891,76 + 4.062, 24 \\
 &= 9954 \text{ Kkal}
 \end{aligned}$$

- Panas dalam bahan bakar/ olium yang dipakai untuk pemanasan aluminium

$$\begin{aligned}
 M &= 6,8 \text{ liter} \\
 &= 6,8 \times 0,86 \\
 &= 5,848 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_b &= 5,848 \text{ kg} \times 10.670 \text{ Kkal/ kg} \\
 &= 62.398,16 \text{ Kkal}
 \end{aligned}$$

- Efisiensi furnace

$$\begin{aligned}
 \eta &= (Q_a/Q_b) \times 100\% \\
 &= (9954/62398) \times 100\% \\
 &= 15,95\%
 \end{aligned}$$

**SIMPULAN**

*Continuous Furnace* dibuat dengan menggunakan bahan pipa baja diameter 500 mm dengan ketebalan 10 mm dan di dalam dilapisi batu tahan api menggunakan semen castable merk TNT 16 dengan ketebalan 70 mm. Kelebihan tungku tersebut api dari smart burner langsung ke mengenai bahan logam aluminium sehingga peleburan lebih cepat yaitu membutuhkan waktu 30 menit untuk bahan 42 kg.

Proses peleburan menggunakan smart burner lebih hemat dengan bahan bakar residu dari olie bekas sebanyak 6,8 liter

untuk melebur aluminium 42 kg. Sehingga Efisiensi Kalor yang digunakan untuk mengecor aluminium sebesar 15,95 %. Cairan hasil peleburan di alirkan langsung ke cetakan tanpa menggunakan alat centong untuk mengambil. Kotoran dari bahan yang di cor sudah tersaring sehingga cairan yang mengalir sudah bersih.

## DAFTAR RUJUKAN

- Arianto L.S., Tiwan, dan Mujiyono, (2014a), *Pengembangan Tungku Peleburan Aluminium untuk Mendukung Kompetensi Pengecoran Di SMK Program Studi Keahlian Teknik Mesin, Inotek, Volume 18, Nomor 1, Februari 2014, hal: 80–94, LPPM Yogyakarta.*
- Arianto L.S., Tiwan, dan Mujiyono, (2014b), *Tungku Pelebur Aluminium untuk Mendukung Praktik Pengecoran di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNY, Laporan Penelitian Unggulan UNY, LPPM UNY.*
- Ella Sundari, (2011). *Rancang Bangun Dapur Peleburan Aluminium Bahan Bakar Gas, Jurnal Austenit, Volume3,Nomor1, April 2011, hal: 17 – 26.*
- Heri Wibowo, (2009), *Perancangan dan Pembuatan Cetakan Cor untuk Mendukung Laboratorium Mini Pengecoran di Jurusan Mesin FT UNY,*
- Joko Winarno, (2013). *Rancang Bangun Tungku Peleburan Aluminium Berbahan Bakar Padat Dengan Sistem Aliran Udara Paksa, Jurnal Teknik, Volume 2, Nomor 2, Oktober 2012, FT-UJB, hal: 47– 53.*
- Michal Švantner, dkk. (2016) . *Non-contact charge temperature measurement on industrial continuous furnaces and steel charge emissivity analysis.*

- Elsevier. *Infrared Physics & Technology* 61 (2013) 20–26.
- Nolker, Helmut & Schoenfeldt, Eberhard. (1983). *Pendidikan Kejuruan. Pengajaran, Kurikulum, Perencanaan.* Diterjemahkan oleh Agus Setiadi. Jakarta: Gramedia.
- Paramonov A.M.(2015). *Heating furnaces efficiency improvement.* Elsevier. International Conference on Oil and Gas Engineering. *Procedia Engineering* 113 ( 2015 ) 181 – 185.
- Stephan Strommer,dkk. (2016).*Combustion processes inside a direct-fired continuous strip annealing furnace.* Elsevier. 2405-8963 © 2016, IFAC (International Federation of Automatic Control) Hosting by Elsevier Ltd.