

# PENGEMBANGAN TUNGKU PELEBURAN ALUMINIUM UNTUK MENGEMBANGKAN KOMPETENSI PENGECORAN DI SMK PROGRAM STUDI KEAHLIAN TEKNIK MESIN

Oleh: Arianto Leman S., Tiwan, dan Mujiyono  
Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta  
E-mail: arile\_man@yahoo.com

## Abstract

The program is aimed at developing casting competence at SMK Muhammadiyah Prambanan Yogyakarta by developing gas fueled aluminium crucible furnace. Research and development method was used to develop aluminium crucible furnace. Training on crucible furnace operation and aluminium casting for SMK Muhammadiyah teachers was done using demonstration and lecture method. The program result is (Ø600x500)mm crucible furnace with capacity of 15 kg melted aluminium. The furnace need 2,7 kg of LPG and 55 minutes to melt 8,6 kg aluminium. SMK Muhammadiyah Prambanan teachers are able to operate the furnace, to make a sand mold and to do a daily and special maintenance.

**Keywords:** *Crucibel furnace, Aluminium, Casting competence, SMK, and Mechanical Engineering*

## A. PENDAHULUAN

### 1. Analisis Situasi

Saat ini, proses pengecoran logam telah masuk dalam salah satu kompetensi dasar yang harus dimiliki oleh lulusan SMK. Di sisi lain, sebagian besar SMK, khususnya di Yogyakarta hanya memberikan kompetensi dasar pengecoran sebatas teori saja sehingga siswa-siswa SMK sangat kurang dalam memperoleh keterampilan di bidang pengecoran. Melihat situasi ini, rintisan laboratorium pengecoran merupakan salah satu solusi yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah ini.

Surat Keputusan Dirjen Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional Nomor: 251/C/KEP/MN/2008 tanggal 22 Agustus 2008 tentang Spektrum Keahlian Pendidikan Menengah Kejuruan juga telah menyatakan bahwa Teknik Pengecoran Logam adalah salah satu kompetensi keahlian yang harus dimiliki oleh lulusan Program Studi Keahlian Teknik Mesin.

Pada tahap awal pembelajaran dan pengenalan, proses pengecoran tidak membutuhkan peralatan yang mahal dan rumit. Karena untuk

meleburkan logam (misal aluminium) dapat dilakukan dengan arang kayu, arang tempurung kelapa, briket batu bara, minyak tanah maupun gas elpiji menggunakan sebuah tungku krusibel yang sederhana. Demikian pula pembuatan cetakan dan pola tidak membutuhkan peralatan khusus yang mahal. Hal yang lebih utama dalam proses pengecoran adalah keterampilan dalam membuat pola dan cetakan meskipun menggunakan peralatan yang sederhana. Namun, hampir semua SMK di Yogyakarta belum memiliki tungku peleburan yang merupakan peralatan pokok untuk menunjang praktek pengecoran ini sehingga siswa-siswa SMK Program Studi Teknik Mesin di Yogyakarta dapat dikatakan belum pernah diajari keterampilan proses pembentukan produk melalui pengecoran.

Program pengembangan tungku peleburan aluminium di SMK ini adalah kelanjutan dari program Pelatihan Pengembangan Rintisan Pengecoran Skala Mini bagi Guru-guru SMK (Arianto dan Tiwan, 2010). Logam aluminium sengaja dipilih karena suhu cairnya tidak terlalu tinggi, yaitu  $660^{\circ}\text{C}$ . Tungku peleburan aluminium ini dimaksudkan sebagai umpan dalam merintis pengembangan laboratorium pengecoran di SMK. Sumber daya manusia yang telah mengikuti pelatihan sebelumnya akan menjadi agen pendorong untuk mengembangkan peralatan-peralatan sederhana dalam proses pengecoran se-

perti: rangka cetak, pola sederhana, dan peralatan pembuat cetakan pasir. Keterbatasan dana pihak SMK yang menjadi satu kendala besar dalam menyediakan tungku peleburan sebagai fasilitas pokok dalam proses pengecoran akan teratasi melalui program ini.

Program ini melibatkan salah satu SMK yang telah mengikuti pelatihan pada tahun 2010, yaitu SMK Muhammadiyah Prambanan. Pemilihan ini didasarkan pada beberapa pertimbangan, yakni: (1) SMK Muhammadiyah Prambanan mengirimkan 2 orang guru dalam pelatihan tahun 2010; (2) antusias guru-guru dari SMK Muhammadiyah Prambanan saat pelatihan pada tahun 2010, (3) kesanggupan sekolah dalam mengembangkan bentuk-bentuk pola sederhana dan peralatan sederhana lainnya.

Berdasarkan analisis situasi di atas, teridentifikasi beberapa permasalahan mengapa proses pengecoran belum terlaksana di SMK-SMK di Yogyakarta. (1) Belum adanya fasilitas dan sarana peralatan untuk proses pengecoran. (2) Kurangnya pemahaman sumber daya manusia dalam mengembangkan peralatan untuk rintisan laboratorium pengecoran. Permasalahan yang dihadapi dalam mengembangkan rintisan praktik proses pengecoran di SMK Muhammadiyah Prambanan Yogyakarta dibatasi sebagai berikut:

1. Bagaimana pembuatan dan penerapan tungku pelebur alumi-

num berbahan bakar gas untuk rintisan laboratorium pengecoran di SMK Muhammadiyah Prambanan Yogyakarta?

2. Bagaimana kinerja tungku peleburan aluminium berbahan bakar gas untuk rintisan laboratorium pengecoran di SMK Muhammadiyah Prambanan Yogyakarta?
3. Bagaimana teknik pengoperasian tungku pelebur aluminium berbahan bakar gas?
4. Bagaimana teknik pembuatan cetakan dari pasir?
5. Bagaimana teknik perawatan tungku peleburan aluminium agar berfungsi dengan baik?

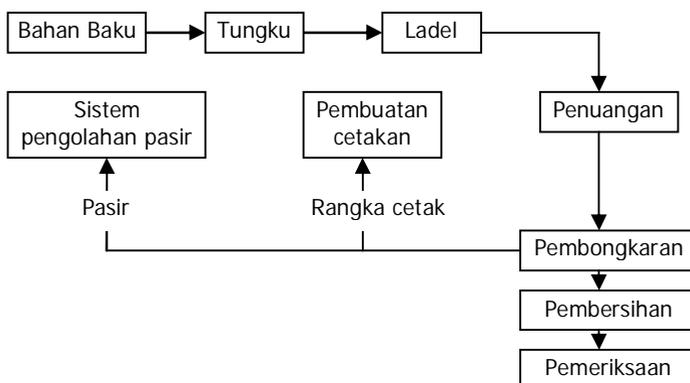
## 2. Kajian Teori

### a. Proses pengecoran

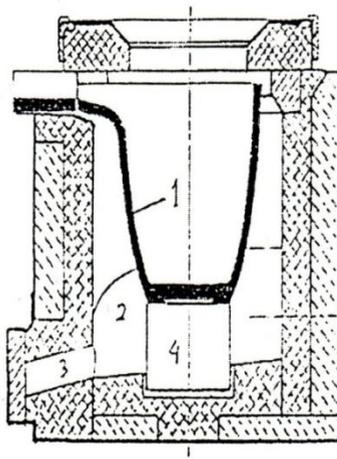
Pengecoran logam adalah proses pembuatan benda dengan mencairkan logam dan menuangkan ke dalam rongga cetakan. Pengecoran logam dapat dilakukan untuk bermacam-macam logam seperti, besi, baja, paduan tembaga (perunggu, kuningan, perunggu aluminium dan

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.

Pembuatan coran dilakukan melalui proses-proses: pencairan logam, membuat cetakan, menuang, membongkar, membersihkan dan memeriksa coran (Gambar 1). Pencairan logam dapat dilakukan dengan bermacam-macam cara, misal dengan tanur induksi, kupola, atau lainnya. Cetakan biasanya dibuat dengan memadatkan pasir yang diperoleh dari alam atau pasir buatan yang mengandung tanah lempung. Cetakan dari pasir mudah dibuat dan tidak mahal asal dipakai pasir yang sesuai. Cetakan dapat juga terbuat dari logam, biasanya besi dan digunakan untuk mengecor logam yang titik leburnya di bawah titik lebur besi.



**Gambar 1. Proses Pembuatan Benda Coran (Surdia dan Chijiwa, 1975: 3)**



1. Pot atau kowi
2. Ruang perapian
3. Lubang pembakaran
4. Landasan tungku

**Gambar 2. Tungku Krusibel**

Pola merupakan tiruan dari benda yang hendak dibuat. Pola dapat terbuat dari logam, kayu, stereofoam, lilin, dan sebagainya. Pola mempunyai ukuran sedikit lebih besar dari ukuran benda yang akan dibuat dengan maksud untuk mengantisipasi penyusutan selama pendinginan dan pengerjaan finishing setelah pengecoran. Selain itu, pada pola juga dibuat kemiringan pada sisinya supaya memudahkan pengangkatan pola dari pasir cetak.

Cetakan adalah rongga atau ruang di dalam pasir cetak yang akan diisi dengan logam cair. Pembuatan cetakan dari pasir cetak dilakukan pada sebuah rangka cetak. Cetakan terdiri dari kup dan drag. Kup adalah cetakan yang terletak di atas dan drag adalah cetakan yang terletak di bawah. Hal yang perlu diperhatikan pada kup dan drag adalah penentuan permukaan pisah yang tepat. Rangka cetak yang dapat

terbuat dari kayu ataupun logam adalah tempat untuk memadatkan pasir cetak yang sebelumnya telah diletakkan pola di dalamnya. Pada proses pengecoran dibutuhkan dua buah rangka cetak yaitu untuk kup dan untuk *drag*.

#### **b. Tungku Peleburan**

Peleburan aluminium skala kecil dan sedang menggunakan tungku krusibel (Gambar 2). Tungku ini dibedakan menurut jenis bahan bakar yang digunakan yaitu, kokas atau arang, minyak dan gas. Secara umum, konstruksi ketiganya sama yaitu menggunakan pot atau kowi atau krusibel sebagai tempat peleburannya.

Zulhanif (2010) mengembangkan tungku pengecoran aluminium skala laboratorium berbahan bakar arang kayu. Tungku membutuhkan waktu 60 menit dan 3 kg arang kayu untuk melebur 100 gram

aluminium. Tungku semacam ini murah dan mudah pembuatan maupun operasionalnya. Namun, tungku ini menimbulkan abu sisa pembakaran yang beterbangan di sekitar tungku akibat hembusan *blower*. Abu tersebut dapat mengotori logam cair dan mengganggu pernafasan. Di sisi lain, efisiensi panasnya kurang bagus.

Tungku berbahan bakar minyak lebih baik dari pada tungku berbahan bakar kokas baik pembuatan, pengoperasian maupun efisiensi panasnya. Tungku ini juga tidak menghasilkan limbah abu sisa pembakaran. Namun minyak tanah maupun solar saat ini agak sulit pengadaannya. Selain itu, harga bahan bakar minyak yang tidak menentu dan relatif tinggi menjadi satu kendala tersendiri.

Gas sebagai bahan bakar pada tungku krusibel telah dicoba aplikasinya. Keuntungannya adalah tidak menimbulkan abu sisa pembakaran, efisiensi panasnya baik dan ketersediaan gas mencukupi. Supardi (2008) menelaah kinerja tungku pelebur aluminium kapasitas 6 kg berbahan bakar gas LPG dan oksigen. Tungku membutuhkan gas LPG 0,0078 kg/menit dan Oksigen 0,01198 kg/menit. Ella (2011) telah mengembangkan rancang bangun tungku krusibel untuk melebur aluminium berbahan bakar gas. Tungku di buat dari drum bekas berukuran  $\varnothing$  590 mm x 490 mm dengan isolator dari batu bata. Pot dibuat dari

plat tebal 8 mm yang rol membentuk silinder berdiameter luar 220 mm.

### c. Krusibel

Krusibel adalah tempat yang berbentuk menyerupai pot atau mangkuk digunakan untuk peleburan bahan bukan logam. Nama krusibel diambil dari bentuk benda tersebut yang krus (diameter bagian bawah lebih kecil dibanding dengan bagian atas). Pot terbuat dari bahan yang tahan panas dan bersifat penghantar panas. Panas dari sumber panas akan mengenai langsung pot dan diteruskan ke logam yang akan dicairkan di dalam pot. Bahan pembuatan pot antara lain: baja, besi cor, grafit dan silikonkarbid.

Pot grafit mempunyai karakteristik yang baik namun harganya mahal. Bahan grafit memiliki karakteristik tahan suhu yang tinggi dan tidak bereaksi dengan cairan logam yang dilebur. Pot grafit lebih sering digunakan untuk peleburan tembaga dan kuningan yang memiliki titik lebur 950–1050 °C. Pot grafit setelah dipasang dalam tungku dan digunakan secara terus menerus akan mengalami penipisan dan yang tertinggal hanyalah lempung pengikatnya sehingga ketahanan panasnya akan turun. Hal ini dapat diamati dari perubahan warnanya. Pot baru berwarna hitam kelabu akan semakin muda kemudian menguning dan akhirnya coklat kemerahan.

### 3. Tujuan Kegiatan

Tujuan umum kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah mengembangkan rintisan laboratorium pengecoran di SMK Muhammadiyah Prambanan Yogyakarta. Tujuan khusus kegiatan ini adalah: (1) mengembangkan tungku pelebur aluminium berkapasitas 10-15 kg; (2) tungku pelebur aluminium berbahan bakar gas; (3) guru-guru SMK Muhammadiyah Prambanan dapat mengoperasikan tungku pelebur aluminium berbahan bakar gas.

### 4. Manfaat Kegiatan

Tungku peleburan aluminium diharapkan dapat digunakan secara kontinyu dalam proses belajar para siswa. Siswa-siswa SMK Muhammadiyah Prambanan akan lebih siap terjun dunia usaha dan industri. Dampak lebih luas adalah siswa-siswa mampu berwira usaha dibidang teknik pengecoran logam. Meskipun sederhana, namun hal ini penting dalam menyerap tenaga kerja khususnya menghadapi era globalisasi tahun 2015. Selain itu, para guru juga memiliki kesempatan lebih luas dalam mengembangkan kompetensi diri khususnya dalam bidang pembentukan bahan melalui pengecoran melalui pengembangan bahan ajar, modul, model-model pola dan sebagainya.

## B. METODE PENGABDIAN

### 1. Pembuatan Tungku Peleburan Aluminium

Tungku pelebur aluminium dibuat dengan metode *Research and Development*. Tahapannya adalah: (1) analisis kebutuhan, (2) rancang bangun, (3) persiapan alat dan bahan, (4) pengembangan tungku, (5) uji coba tanpa peleburan, (6) evaluasi, (7) revisi, (8) uji coba peleburan, (9) evaluasi, (10) revisi, (11) uji kinerja, (12) Aplikasi lapangan.

### 2. Teori dan Ceramah

Teori dan ceramah dipakai untuk menjelaskan teori pendukung: (1) perawatan dan pengoperasian tungku pelebur aluminium, (2) peralatan pembuatan cetakan pasir, (3) penyiapan dan syarat pasir cetak, (3) pembuatan cetakan pasir, (4) penuangan logam, (5) penyelesaian hasil penuangan, dan (6) keselamatan dan kesehatan kerja.

### 3. Demonstrasi

Demonstrasi dipakai untuk memberi contoh praktis tentang teknik mengoperasikan dan merawat tungku pelebur aluminium, membuat cetakan pasir, menuang logam dan cara menjaga keselamatan dan kesehatan kerja.

### 4. Latihan/Praktik

Latihan diterapkan secara terintegrasi dengan ceramah dan demonstrasi. Teknik ini dilakukan agar para guru dapat langsung berlatih sesaat setelah penjelasan dan de-

montrasi. Pemahaman para guru tentang pengoperasian tungku pelebur maupun proses pengecoran logam menjadi lebih konkrit dan lengkap.

### 5. Langkah-langkah Pelaksanaan

- Pengembangan Tungku Peleburan Aluminium dilakukan oleh 3 (tiga) orang mahasiswa untuk kegiatan kuliah Karya Teknologi dan kemudian diajukan untuk Proyek Akhir.
- Uji coba dan revisi untuk memastikan kinerja tungku pelebur aluminium.
- Penyerahan dan pelatihan tungku pelebur aluminium dengan peserta guru-guru SMK Muhammadiyah Prambanan.
- Aplikasi di SMK Muhammadiyah Prambanan meliputi kegiatan: (1) demonstrasi pengoperasian tungku, (2) demonstrasi peleburan aluminium, (3) demonstrasi membuat cetakan pasir memakai pola

sederhana dan peralatan pembuatan cetakan, (4) penuangan aluminium, (5) pembongkaran dan *finishing* produk hasil pengecoran.

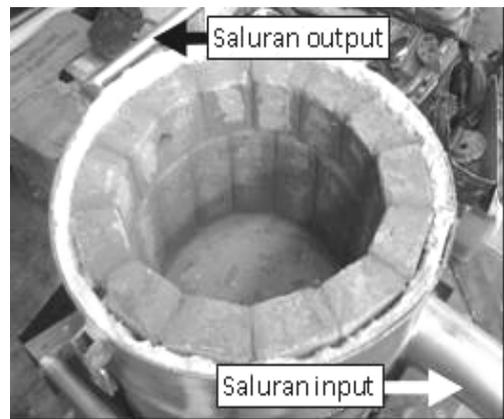
## D. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Pembuatan Tungku

Tungku dibuat dari drum bekas Ø600 mm dan dipotong setinggi 500 mm. Bagian bawah diberi penguat agar mampu menopang batu tahan api dan kowi. Drum dilubang untuk input panas dari *burner* gas dan *output* gas sisa pembakaran. Bagian dasar tungku dilapis selimut keramik dan keramik *castable* (Gambar 3) sebagai isolator panas. Isolator bagian dalam adalah selimut keramik dan batu tahan api tipe SK-34 (Gambar 4). Batu tahan api disusun menggunakan perekat *air setting mortar*. *Casing* atas dibuat dari plat baja dilapis *castable* berpenguat kawat baja Ø8 mm.



**Gambar 3. Castable untuk Dasar Tungku**



**Gambar 4. Isolator dalam Tungku**



**Gambar 5. Rangkaian Sistem Gas *Burner***

## 2. Pembuatan Kerangka

Rangka dibuat dari profil siku berukuran (40x40x3) mm. Sistem tungku pelebur aluminium ini memiliki dua rangka, yaitu rangka tungku dan rangka *burner* gas. Rangka penopang tungku berukuran (600x600x350) mm, sedang rangka penopang *burner* gas berukuran (410x400x230) mm.

Profil siku dipotong-potong sesuai gambar rencana menggunakan gerinda potong, kemudian dirakit dengan pengelasan SMAW. Pengelasan dilakukan menggunakan elektroda E6013 Ø2,6 mm. Bagian kaki rangka dilaskan plat landasan agar rangka tungku maupun *burner* gas lebih stabil.

## 3. Perakitan Tungku

Rangkaian sistem *gas burner* (Gambar 5) terdiri dari: (1) gas elpiji, (2) regulator dengan pengatur tekanan, (3) pengukur tekanan aliran gas dalam satuan Bar, (4) saringan,

(5) pengatur tekanan gas ke satuan mBar, dan (6) pengukur tekanan dalam satuan mBar. Kemudian, rangkaian *gas burner* dirakit dengan tungku pelebur.

## 4. Uji Coba

### a. Uji coba pertama

Tungku menggunakan *gas burner* yang dilengkapi sensor-sensor tekanan sehingga secara otomatis akan mati jika tekanan di dalam tungku berlebihan. *Burner* ini lebih aman karena dilengkapi pemantik otomatis dan sensor tekanan. Namun, pada uji coba, *burner* hanya mampu hidup beberapa menit saja. Hasil analisis setelah diskusi dengan *supplier* menyatakan bahwa saluran output tungku terlalu kecil yang berakibat tingginya tekanan di dalam tungku. Hal ini menimbulkan tekanan balik yang menyebabkan *burner* mati secara otomatis. Selain itu, saluran input juga terlalu panjang

sehingga efisiensi panas kurang bagus.

Selama pembakaran tabung gas elpiji harus direndam didalam air panas agar gas cair di dalam tabung gas tidak membeku. Perubahan tekanan dan volume akibat semburan melalui *blower* memicu pembekuan. Akibatnya, gas *burner* beberapa kali mati akibat gas membeku.

### b. Uji Coba Kedua

Uji coba kedua dilakukan setelah beberapa revisi terhadap tungku. Revisi yang dilakukan adalah: Memotong saluran input dan mengganti saluran *output* dengan ukuran yang lebih besar. Selain itu, saat proses peleburan, tabung gas direndam di dalam air panas.

Pada uji coba kedua, *burner* menyala hanya singkat sekali. Beberapa kali *burner* hidup secara otomatis dan mati. Tim mencoba untuk mengatur bukaan katup input udara dan panjang semburan *burner* untuk menyesuaikan kebutuhan udara dan gas yang cocok. Namun, usaha ini pun tidak berhasil.

### c. Uji Coba Ketiga

Proses peleburan dilakukan dengan gas *burner* yang lebih sederhana. Penggantian ini juga didasarkan pada pertimbangan kemudahan pengoperasian. Gas *burner* tidak me-

iliki rangkaian elektronik yang rumit. Sumber listrik hanya dipakai untuk menggerakkan *blower* yang berfungsi menaikkan tekanan semburan api hasil pembakaran gas. Gas *burner* dilengkapi sebuah katup pengatur aliran gas. Tungku membutuhkan 55 menit dan 2,7 kg gas elpiji untuk mencairkan 8,66 kg aluminium.

## 5. Aplikasi di SMK Muhammadiyah Prambanan

Tungku pelebur disiapkan untuk demonstrasi (Gambar 6), kemudian dijelaskan cara pengoperasian, perawatan, dan penyimpanan tungku serta keselamatan kerja. Langkah berikutnya adalah menyiapkan cetakan dari pasir yang dilanjutkan dengan demonstrasi pembuatan cetakan dari pasir. Syarat-syarat dan jenis-jenis pasir cetak dijelaskan secara praktis. Demonstrasi penyiapan pasir cetak, yaitu penambahan air dan perekat dari tetes tebu.

Saat pembuatan cetakan dijelaskan pula tentang peralatan-peralatan yang digunakan untuk membuat cetakan, seperti: ayakan, pola, pemadat pasir, sendok dan pisau pasir serta perata pasir. Setelah cetakan siap, aluminium cair dituangkan ke dalam cetakan pasir (Gambar 7).



**Gambar 6. Menyiapkan Tungku Pelebur Aluminium**



**Gambar 7. Penuangan Aluminium Cair ke dalam Cetakan**

## 6. Pembahasan

### a. Pengoperasian Tungku Pelebur Aluminium

Tungku pelebur tidak dapat digunakan untuk melebur besi karena suhu maksimum yang dapat dicapai hanya berkisar  $900^{\circ}\text{C}$ . Tungku didesain sebagai alat teknologi tepat guna yang sederhana dan mudah dioperasikan. Namun demikian, tungku masih mampu melebur kuningan meskipun akan membutuhkan waktu yang relatif lebih lama. Sebagai sarana belajar untuk mengenalkan proses pengecoran logam kepada siswa tungku pelebur aluminium ini sudah memadai. Selain itu, tungku diharapkan akan menjadi sebuah sarana bagi para guru untuk mengembangkan bahan ajar dan praktik bagi siswanya.

Hasil uji coba menunjukkan bahwa tungku membutuhkan 55

menit dan 2,7 kg gas elpiji untuk melebur 8,66 kg aluminium hingga siap dituang. Peleburan bisa ditingkatkan efisiensinya, yaitu jumlah aluminium yang dilebur pertama kali jangan terlalu banyak sehingga waktu peleburan dan kebutuhan gas elpiji lebih sedikit. Aluminium yang pertama dilebur ini dimaksudkan sebagai *starter*. Bongkah-bongkah aluminium berikutnya akan lebih cepat mencair karena aluminium cair telah menyerap energi panas. Dengan teknik ini, tungku akan lebih efisien.

Tungku pelebur aluminium aman dioperasikan selama syarat keselamatan kerja yang ditetapkan dipenuhi. Suhu tungku saat aluminium dalam pot telah cair yang diperoleh dari pengukuran saat uji coba tampak pada Tabel 1. Sarung tangan pengaman wajib digunakan

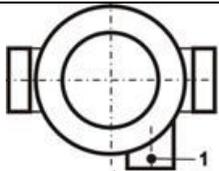
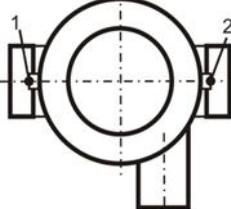
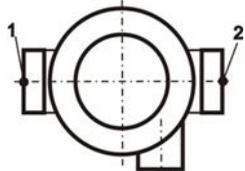
saat membuka tutup tungku. Bagian bawah tutup tungku hanya dilapis *castable* setebal 1 cm. Akibatnya, suhu permukaan tutup cukup tinggi, yaitu 242 °C.

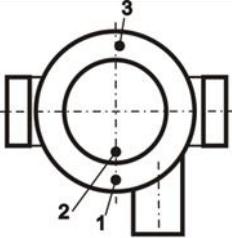
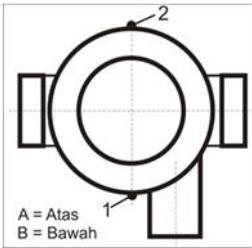
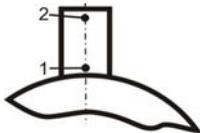
Helm pelindung wajah juga wajib dipakai saat akan mengambil aluminium cair dari dalam pot. Walau telah pelindung, sebaiknya wajah jangan berada tepat di atas tungku. Suhu panas akan bergerak keluar dari dalam tungku meskipun *gas* burner telah dimatikan. Hal ini sesuai dengan hukum fisika bahwa udara akan bergerak dari suhu tinggi menuju suhu yang lebih rendah.

Tungku pelebur aluminium dioperasikan sesuai langkah-langkah yang telah ditentukan. Hal pokok yang harus diperhatikan adalah ter-

lebih dahulu memeriksa sambungan-sambungan selang gas, regulator gas, kondisi gas burner, kondisi posisi pot krusibel dan kondisi tabung gas. Komponen-komponen yang terdapat diantara tabung gas dan gas burner adalah: regulator, pengukur tekan dalam satuan Bar, penyaring, pengatur tekanan dan pengukur tekakan dalam satuan mBar. Semua komponen tersebut berfungsi untuk memeriksa dan menjaga aliran gas ke gas burner. Jika tekanan turun pasti telah terjadi suatu hal yang menyebabkan kinerja tungku berkurang. Penyebab kondisi ini antara lain: (1) Gas elpiji didalam tabung habis dan (2) Gas elpiji dalam tabung membeku.

**Tabel 1. Suhu Tungku saat Aluminium telah Mencair**

BAGIAN	GAMBAR	NO. TITIK	SUHU RATA-RATA (°C)
SALURAN MASUK		1	180.43
KUNCI		1	58.07
		2	71.83
HANDLE		1	55.97
		2	71.40

BAGIAN	GAMBAR	NO. TITIK	SUHU RATA-RATA ( $^{\circ}\text{C}$ )
TUTUP		1	112.80
		2	242.33
		3	144.47
BODY		1A	85.93
		1B	84.13
		2A	124.00
		2B	67.10
SALURAN KELUAR		1	424.50
		2	442.30

Gas di dalam tabung dapat membeku mengikuti hukum termodinamika gas, yaitu:  $PV/T = \text{konstan}$ , dengan  $P$  adalah tekanan,  $V$  adalah volume dan  $T$  adalah suhu. Saat tungku beroperasi, gas disemburkan oleh blower gas burner. Semburan ini akan menaikkan tekanan dan mengurangi volume gas di dalam tabung. Konsekuensinya adalah suhu akan turun agar persamaan diatas tetap konstan. Jika suhu terus turun, maka gas cair akan mencapai titik beku. Oleh sebab itu, tabung gas harus direndam didalam air panas selama tungku beroperasi. Jika gas di dalam tabung masih ada, tetapi tekanan pada pengukur tekanan terus turun, maka segera ganti air panas

perendam tabung gas agar tungku tetap dapat beroperasi.

Pot krusibel sebagai wadah aluminium saat peleburan, memiliki umur pakai. Akibat panas, gesekan dan reaksi-reaksi kimia selama peleburan, pot krusibel akan mengalami pengikisan dinding hingga suatu saat pot akan bocor. Pemeriksaan kondisi pot krusibel perlu dilakukan secara berkala dan segera ganti jika telah bocor. Pot dari besi cor mampu digunakan sampai 30 kali proses peleburan. Pada saat mengganti pot krusibel, periksa juga kondisi selimut keramik penyekat panas antara tungku dengan casing atas. Jika kondisinya sudah mampat sehingga kurang elastis, sebaiknya diganti

dengan yang baru agar isolasi panas tungku tetap terjaga. Demikian pula jika kondisi selimut keramik sudah koyak.

Tungku pelebur aluminium ini masuk dalam kategori alat TTG. Oleh karenanya tidak disertakan alat deteksi komposisi kimia. Dalam implementasi untuk sarana praktik, tidak dapat dilakukan pengaturan komposisi kimia. Bagaimanapun, tungku sudah cukup memadai sebagai sarana praktis dalam memahami proses pengecoran logam.

## **b. Pembuatan Cetakan**

Produk-produk pengecoran dapat dibuat menggunakan cetakan logam atau pasir. Cetakan dari logam dapat dipakai berulang-ulang selama lapisan pelindung cetakan tidak rusak. Konsistensi produk hasil pengecoran dengan cetakan logam sangat bagus, sehingga sesuai digunakan untuk pembuatan produk secara massal. Namun, pembuatan cetakan logam cukup mahal. Disisi lain, untuk jenis produk yang berbeda maka harus dibuat cetakan baru. Oleh sebab itu, pembuatan cetakan logam harus mempertimbangkan sisi ekonomisnya agar nilai balik modalnya sesuai dengan harga jual produk dan keuntungan.

Cetakan pasir hanya dapat dipakai untuk satu kali proses pengecoran karena cetakan harus dihancurkan untuk mengambil produk hasil pengecoran. Bagaimanapun, pasir cetak dapat dipakai berulang kali untuk membuat cetakan pasir.

Konsistensi produk dengan cetakan pasir bergantung pada keterampilan orang yang membuat cetakan pasir. Pola sangat menentukan untuk memperoleh hasil produk yang konsisten. Sebab itu, cetakan pasir hanya sesuai untuk proses produksi dengan jumlah terbatas. Pasir cetak lebih menguntungkan untuk produk dengan variasi yang lebih banyak meskipun jumlah produk terbatas.

Pasir cetak yang sesuai diaplikasikan untuk pengembangan praktik pengecoran adalah jenis pasir furan atau bisa juga pasir hijau (*green sand*). Pasir jenis ini dipilih dengan alasan kemudahan dalam pengolahan dan penyimpanan. Bahan perekat untuk kedua jenis pasir ini dapat berupa *clay* (tanah liat), bentonit atau tetes tebu yang semuanya mudah diperoleh di pasaran. Saat akan digunakan, pasir cukup dicampur dengan bahan perekat dan air. Untuk penyimpanan, pasir tidak memerlukan tempat dan perlakuan khusus. Pasir silika kurang sesuai diaplikasikan untuk kegiatan praktik karena pengolahannya lebih rumit. Pasir jenis ini membutuhkan perekat *water glass* dan gas CO untuk mengeringkan cetakan.

Pola adalah model komponen atau produk yang akan dibuat melalui proses pengecoran. Ukuran pola sedikit lebih besar daripada ukuran produk sebenarnya. Hal itu dilakukan sebagaiantisipasi penyusutan logam saat membeku dari keadaan cair. Selain itu, tambahan ukuran tersebut ditujukan untuk

proses *finishing* produk. Pada bagian-bagian tertentu, pola harus memiliki kemiringan untuk memudahkan melepas pola dari pasir cetak. Pembuatan pola membutuhkan suatu keterampilan tertentu agar proses pembuatan cetakan dan pengecoran mudah dilakukan. Oleh sebab itu, pola perlu didesain sedemikian rupa untuk memperoleh hasil maksimal.

Bentuk dan ukuran pola akan terkait langsung dengan sistem saluran pada cetakan. Keropos pada bagian tengah produk biasanya terkait dengan rancangan sistem saluran. Terkadang dibagian tengah produk tanpa disadari oleh perancang terdapat volume yang terlalu besar. Pada proses pembekuan, bagian tepi yang bersentuhan dengan cetakan akan membeku terlebih dahulu. Jika telah beku, maka bagian tepi ini tidak dapat lagi menyusut. Selanjutnya, penyusutan akan bergerak dari bagian tengah produk ke bagian tepi. Akibatnya, bagian tengah akan keros. Antisipasi terhadap hal ini adalah menambahkan saluran penambah dengan ukuran cukup besar sehingga logam cair pada saluran penambah akan membeku terakhir. Bisa juga diantisipasi dengan memodifikasi saluran turun menjadi sekaligus saluran penambah.

### c. Pemanfaatan Tungku Pelebur Aluminium

Tungku pelebur aluminium telah banyak memunculkan ide-ide kreatif dari para guru untuk meman-

faatkannya sesuai kebutuhan dan kemampuan yang dimiliki. Ide-ide kreatif tersebut antara lain seperti berikut.

- a. Membuat sendiri bakalan benda kerja untuk praktik proses pemesinan. Biaya operasional menjadi lebih efisien, karena sisa hasil praktik proses pemesinan dapat didaur ulang. Secara bersamaan, siswa yang melakukan proses peleburan akan mendapat pemahaman lebih gamblang tentang proses pengecoran.
- b. Mengembangkan dan membuat sendiri model-model pola untuk proses belajar mata diklat lainnya, misal untuk praktik proses pemesinan. Para guru juga tertarik untuk mencoba membuat macam-macam model pola, meskipun untuk satu produk yang sama.
- c. Mengembangkan dan membuat cetakan dari logam. SMK Muhammadiyah Prambanan acap kali mendapat pesanan dari PT Mega Andalan Kalasan. Keberadaan tungku membuat para guru mempunyai ide-ide baru memenuhi pesanan tersebut melalui proses pengecoran dengan melibatkan siswa-siswanya.

## D. PENUTUP

### 1. Kesimpulan

Hasil program kegiatan PPM ini adalah terwujud tungku pelebur aluminium, yang berukuran ( $\varnothing 600 \times 500$ )mm. Tungku membutuhkan 2,7 kg gas elpiji dan 55 menit untuk mencairkan 8,6 kg aluminium. Ka-

pasitas pot krusibel 15 kg aluminium cair. Para guru SMK Muhammadiyah Prambanan telah dapat mengoperasikan tungku pelebur aluminium, membuat cetakan pasir serta melakukan perawatan umum dan khusus.

## 2. Saran

Program pelatihan perancangan dan pembuatan pola dan sistem saluran bagi guru-guru SMK Muhammadiyah Prambanan diperlukan. Dengan demikian, pemanfaatan tungku pelebur aluminium akan maksimal dan keberlanjutan program tetap terjaga.

## E. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada: (1) Kepala LPPM UNY dan seluruh staffnya; (2) Kepala Sekolah dan Guru-guru SMK Muhammadiyah Prambanan, (3) Ketua JPTM FT UNY, (4) Mahasiswa dan Teknisi JPT Mesin FT UNY yang terlibat.

## DAFTAR PUSTAKA

Arianto L.S. dan Tiwan. 2010. "Pelatihan Pengembangan Rintisan Pengecoran Skala Mini bagi Guru-guru SMK di Yogyakarta". *Laporan Program PPM*, Fakultas Teknik, UNY, Yogyakarta.

Sundari, Ella. 2011. "Rancang Bangun Dapur Peleburan Aluminium Bahan Bakar Gas". *Jurnal Austenit*, Volume 3, Nomor 1, April 2011, hal: 17 – 26.

Supardi. 2008. *Kinerja Tungku Peleburan Aluminium Kapasitas 6 kg dengan Bahan Bakar Gas LPG dan Oksigen*. <http://kar-yailmiah.tarumanagara.ac.id/index.php/S1TM/article/view/771>, Tanggal Akses 13 April 2013, 10.30 WIB.

Surdia., T. dan Chijjiwa., K. 1975. *Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.

Zulhanif. 2010. *Perancangan, Pembuatan dan Pengujian Tungku Pengecoran Logam Aluminium Skala Laboratorium*. <http://repository.unila.ac.id:8180/dspace/handle/123456789/811>, Tanggal Akses 13 Maret 2012, 12.46 WIB.