

ANALISIS PERANCANGAN TUNGKU PENGECORAN LOGAM (NON-FERO) SEBAGAI SARANA PEMBELAJARAN TEKNIK PENGECORAN

Ramang Magga

Laboratorium Bahan Teknik, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako

Email: ramang_magga@yahoo.com

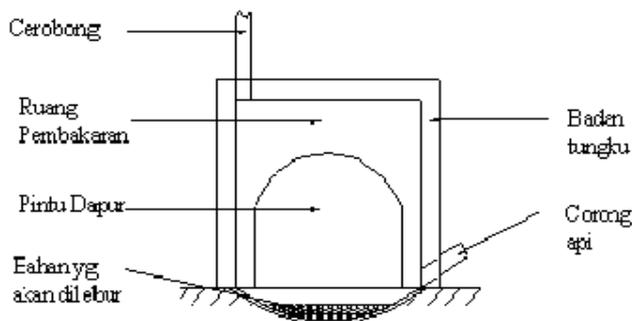
Abstrak

Casting is a manufacture process that use liquid metal and mold to shape product as similar as its final geometric shape. That casting product is melted in a furnace before it is shaped. This research aims to analyze furnace design. Furthermore, external shape of the furnace is planned 50 cm x 50 cm and shape of the furnace inside is cylinder with diameter 20 cm. The furnace is expected as learning facility of welding for students.

Keywords: casting, non-ferro metal, furnace.

I. Pendahuluan

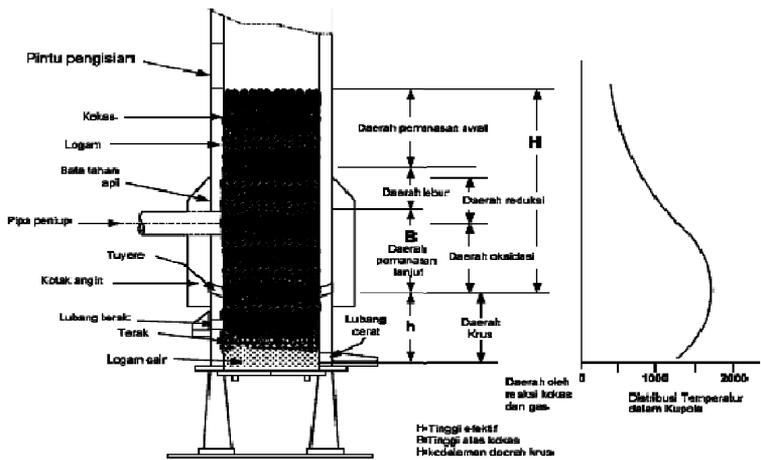
Proses peleburan logam yang tidak mengandung unsur besi (Fe) seperti aluminium, tembaga, timah hitam dan paduan-paduannya diperlukan sebuah tungku pelebur. Tungku pelebur dari zaman dahulu sampai sekarang sudah banyak macamnya antara lain tungku konvensional dan tungku kupola.



Gambar 1. Tungku Konvensional (Arifin,1976)

Tungku konvensional seperti ditunjukkan pada Gambar diatas dikenal sejak dahulu kala tetapi sampai sekarang masih banyak digunakan oleh usaha kecil karena sangat mudah membuatnya dan murah harganya walaupun sebenarnya efisiensi energinya rendah.

Peleburan dengan tungku kupola merupakan cara peleburan yang paling banyak digunakan dibanding dengan tungku listrik karena tungku kupola memiliki beberapa keuntungan : 1. Konstruksi tungku sederhana dan mudah dalam pengoperasiannya, 2. Biaya oprasionalnya relative rendah, 3. Kapasitas relative besar, 4. Komposisi kimia mudah dikendalikan, 5. Peleburan dapat digunakan secara terus-menerus. Tungku kupola dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Tungku Kupola (Hardi Sudjana, 2008)

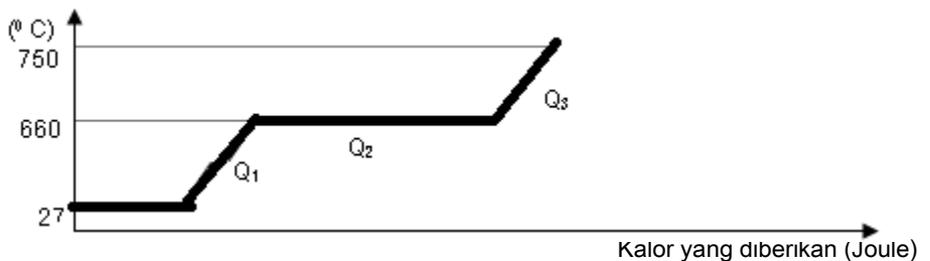
Perencanaan tungku induksi listrik dengan daya pembangkit sebesar 1360 Watt dengan dimensi 575 mm X 457, 5mm X 610 mm serta temperature peleburan 730 °C (Ahmad Kafrawi N.) Berdasarkan refrensi dua tungku dan studi literature maka penulis mencoba merencanakan tungku yang lebih sederhana serta bahan untuk membuatnya murah dan mudah didapatkan.

II. Teori Teori

II.1. Proses Peleburan Aluminium

Aluminium dipilih sebagai contoh logam yang akan dilebur karena aluminium memiliki volume jenis besar dengan massa jenis kecil dan titik lebur 660 °C, tetapi dalam proses pencairan (titik lebur) suhu dinaikkan hingga 750 °C, dengan tujuan saat proses penuangan diharapkan aluminium tidak membeku sebelum mengisi rongga-rongga cetakan.

Jumlah panas/kalor yang diperlukan dalam peleburan aluminium dapat diasumsikan sebagai berikut : Suhu (° C)



Gambar 3. Asumsi Tahapan Peleburan Alumium (Zemansky, 1994)

$$Q_{lebur} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + m C_p \Delta T_1 + m H + m C_p \Delta T_2 \quad (\text{Zemansky, 1994}).$$

dimana :

- Q₁ = kalor untuk menaikkan suhu kamar menjadi suhu cair aluminium
- Q₂ = kalor untuk mencairkan aluminium
- Q₃ = kalor untuk menaikkan suhu dari 660 °C sampai 750 °C
- M = massa benda (Kg)

C_p = kalor jenis bahan (aluminium $8,8 \times 10^2$ J/Kg.K)

ΔT_1 = perubahan suhu dari T_1 ke T_2 , ΔT_2 = perubahan suhu dari T_2 ke T_3

T_1 = suhu awal (K), T_2 = suhu akhir (K)

Kebutuhan panas yang diperlukan dalam meleburkan aluminium juga tergantung pada proses pemanasan/pembakaran (jenis tungku yang digunakan dalam pemanasan/pembakaran)

II.2. Pembakaran dan Bahan Bakar

a. Pembakaran

Tujuan dari pembakaran yang baik adalah melepaskan seluruh panas yang terdapat dalam bahan bakar, hal ini dilakukan dengan tiga pengontrolan pembakaran yaitu (1) Temperature/ suhu yang cukup tinggi untuk menyalakan dan menjaga penyalaan bahan bakar, (2) Turbulence/ Turbulensi atau pencampuran oksigen dan bahan bakar yang baik, dan (3) Time/ Waktu yang cukup untuk pembakaran yang sempurna.

Bahan bakar yang umum digunakan seperti bahan bakar fosil, gas alam, minyak bumi, batu bara dan paling sederhana menggunakan arang tempurung kelapa. Bahan bakar biasanya terdiri dari karbon dan hidrogen. Uap air merupakan produk samping pembakaran hidrogen, yang dapat mengambil panas dari gas buang, yang mungkin dapat digunakan untuk transfer panas lebih lanjut.

b. Jenis-jenis bahan bakar

- Bahan Bakar Cair

Bahan bakar cair seperti minyak tungku/furnace oil, minyak diesel ringan, minyak tanah dan low sulphur heavy stock yang banyak digunakan dalam dunia industri.

Tabel 1. Nilai kalor kotor (GCV) untuk beberapa bahan bakar minyak (diambil dari Therax India Ltd.)

Bahan Bakar Cair	Nilai Kalor (kKal/kg)
Minyak Tanah	11.100
Minyak Diesel	10.800
L.D.O	10.700
Minyak Tungku	10.500
LSHS	10.600

- Bahan Bakar Padat

Bahan bakar padat identik dengan batubara, batubara klasifikasi menjadi tiga jenis yaitu antrasit, lignit dan bituminous, meskipun batasnya tidak terlalu jelas. Antrasit merupakan batubara tertua jika dilihat dari sudut pandang geologi, yang merupakan batubara keras, tersusun dari komponen utama karbon dengan sedikit kandungan bahan yang mudah menguap dan hampir tidak berkadar air. Lignit merupakan batubara termuda dilihat dari pandangan geologi.

Tabel 2. Pengelompokan batubara India berdasarkan nilai kalornya adalah sebagai berikut (diambil dari Therax India Ltd.):

Kelas	Kelas Kisaran Nilai Kalor (dalam kKal/kg)
A	Lebih dari 6200
B	5600 – 6200
C	4940 – 5600
D	4200 – 4940
E	3360 – 4200
F	2400 – 3360
G	1300 – 2400

Komposisi kimiawi batubara berpengaruh kuat pada daya pembakarannya. Sifat-sifat batubara secara luas dik lasifikasikan kedalam sifat fisik dan sifat kimia.

- **Bahan Bakar Gas**

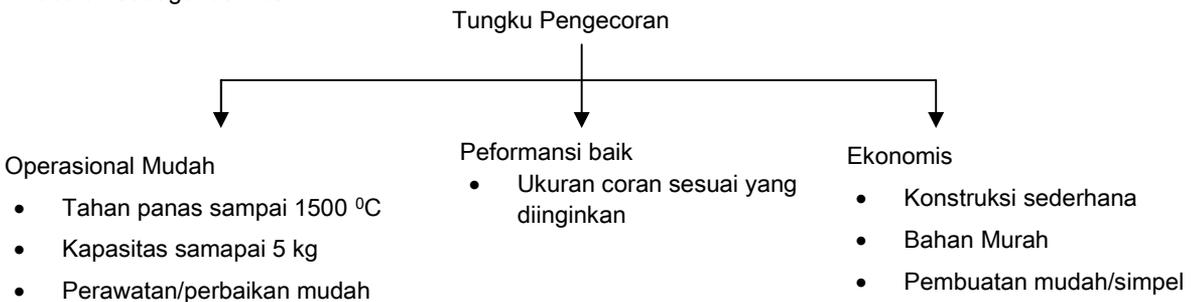
Bahan bakar gas merupakan bahan bakar yang sangat memuaskan sebab hanya memerlukan sedikit handling dan sistim burnernya sangat sederhana dan hampir bebas perawatan

Tabel 3. Sifat-sifat fisik dan nilai kalor bahan bakar gas (diambil dari Therax India Ltd.)

Bahan Bakar Gas	Nilai kalor (kKal/Nm ³)	Suhu Nyala Api (°C)	Kecepatan Nyala (m/s)
Gas Alam	9350	1954	0,290
Propana	22200	1967	0,460
Butan	28500	1973	0,870

III. Metode Perencanaan

Metode perencanaan tungku pengecoran harus memiliki kriteria pengoprasian mudah, ekonomis dan perormasinya bagus, adapun langkah-langkah yang digunakan pada metode ini adalah sebagai berikut :



Pemilihan Bahan Dasar Konstruksi

Pemilihan bahan dasar konstruksi yang biasa dipakai untuk tungku pengecoran, seperti pada table berikut :

Tabel 4. Komponen dan Bahan

Komponen	Bahan
Bahan dasar	Batu bata
Bahan perekat	Semen tahan api
Penempatan	Berpindah
Bahan isolator	Semen tahan api
Bahan bakar	Arang + minyak tanah
Tutup	Plat besi
Tempat Bahan bakar	Plat besi

- Bahan dasar :
Batu bata mudah di dapat dan harganya relatif murah berkisar antara Rp. 450 sampai 550,- /buah. Batu bata memiliki ketahanan terhadap panas.
- Bahan perekat :
Semen tahan api Meskipun harganya lebih mahal dari semen tapi lebih tahan terhadap panas, pengeringan mudah dan awet.
- Bahan bakar
Dari tiga macam jenis bahan bakar diatas dipilih bahan bakar padat karena lebih murah dan mudah didapatkan dengan nilai kalor yang cukup baik.
- Bahan penutup
Plat besi mudah didapat dipasaran dengan harga yang relatif murah pengerjaan perabotan mudah serta tahan terhadap panas.
- Tempat bahan bakar
Plat besi bahan mudah didapat cara pengerjaan mudah tetapi tidak tahan dengan panas yang tinggi karena bila bersentuhan langsung dengan bahan bakar.

IV. Analisis Perhitungan dan Dimensi

Contoh perhitungan yang digunakan dalam menentukan dimensi tungku diambil logam non ferro, dalam hal ini diambil aluminium karena aluminium memiliki volume jenis besar (massa jenis kecil), Kebutuhan Kalor untuk peleburan aluminium berdasarkan gambar 2. adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Q_{total} &= \text{Kalor untuk menaikkan suhu kamar menjadi suhu cair aluminium} + \text{kalor untuk} \\
 &\text{mencairkan aluminium} + \text{kalor untuk menaikkan suhu dari } 660 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ sampai } 750 \text{ }^{\circ}\text{C} \\
 &= Q_1 + Q_2 + Q_3
 \end{aligned}$$

dimana :

$$Q_1 = m \text{ Cp } \Delta T_1, Q_2 = m.H, Q_3 = m \text{ Cp } \Delta T_2$$

$$Q_{Total} = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

dimana :

$$Q_1 = mC_p \Delta T_1$$

$$Q_1 = (5kg) \times (8,8 \times 10^2 J / Kg.K) \times (933K - 300K)$$

$$Q_1 = 2.785.200J$$

$$Q_2 = mH$$

$$Q_2 = (5Kg) \times (98kal/gr) \times (1000gr/Kg) \times 4,2J/kal$$

$$Q_2 = 2.058.000J$$

$$Q_3 = mC_p \Delta T_2$$

$$Q_3 = (5kg) \times (8,8 \times 10^2 J / Kg.K) \times (1023K - 933K)$$

$$Q_3 = 396000J$$

Sehingga : $Q_{Total} = 2785200 + 2058000 + 396000 = 3030600J$

Perhitungan nilai kalor untuk bahan logam non fero yang lain dapat dicari dengan cara yang sama dengan perhitungan aluminium.

Tungku peleburan yang direncanakan berbentuk kotak dengan diameter dalam berbentuk selinder dan cawang pelebur berbentuk selinder, dimensi tungku adalah 50 cm x 50 cm, diameter dalam selinder 30 cm sedang volume cawang pelebur yang diinginkan adalah :

Volume cawang pelebur = massa / massa jenis aluminium

$$\begin{aligned} &= \frac{m}{\rho A l} \\ &= \frac{5000gr}{2,7gr/cm^3} \\ &= 1851.852cm^3 = 1,85litter \end{aligned}$$

Untuk volume tungku yang direncanakan harus lebih besar dari volume cawang pelebur, disamping itu logam non fero yang akan dilebur berasal dari logam-logam bekas yang memiliki rongga dan bentuk tidak teratur. Sehingga volume tungku :

$$V = \pi r^2 t = 3,14 \times 30^2 \times 40 = 113040cm^3$$

maka tinggi tungku direncanakan adalah :

$$h = \frac{V}{\pi r^2}$$

dimana :

h = tinggi silinder

V = Volume tungku

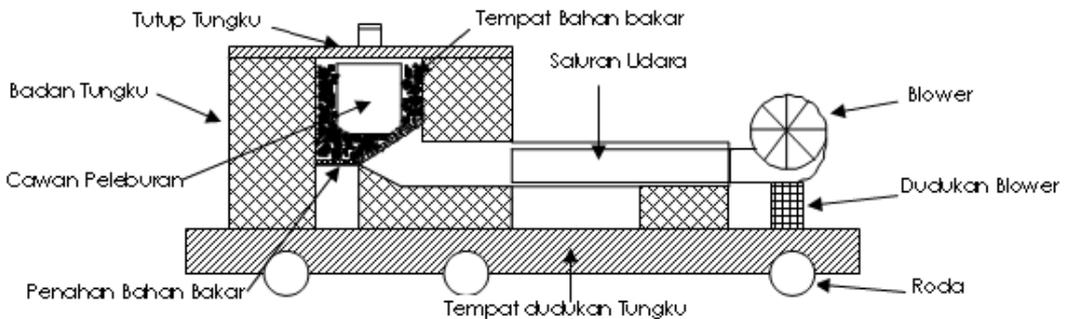
r = jari-jari lingkaran bagian dalam silinder

$$h = \frac{113040}{\pi (30)^2} = 40cm$$

V. Kesimpulan

Dari analisis pertimbangan kenyamanan, ekonomis dan perhitungan diatas maka dapat disimpulkan dimensi perencanaan tungku pengecoran (seperti gambar 4) dimensi tungku yang direncanakan :

1. Dimensi luar 50 cm X 50 cm X 40 cm (rencana) 575 mm X 475,5 mm X 610 mm (Ahmad K. N.)
2. Dimensi dalam (kurisibel) diameter 10 cm dan tinggi 20 cm (rencana), 180 mm X 120 mm X 188 mm (Ahmad K. N.)
3. Bahan bakar yang digunakan arang (rencana), arus listrik (Ahmad K. N.) Tungku yang direncanakan tidak tergantung oleh suplai listrik dari PLN sehingga dapat digunakan kapan saja dandimanasaja.



Gambar 4. Tungku Pengecoran yang Direncanakan

VI. Daftar Pustaka

1. Ahmad Kafrawi N., Rancang Bangun dan Pengujian Tungku Induksi (induction Furnace) untuk Peleburan Logam, PDII.LIPI. Jakarta.
2. Arifin, syamsyul, 1976, Ilmu logam, Jilid I, Ghalia Indonesia, Jakarta.
3. Hardi Sujana (2008), Teknik Pengecoran , Direktorat Pendidikan Sekolah Menengah Kejuruan, Jakarta.
4. Sahlan, 2003; Disain Model Tungku Krus Untuk Peleburan Logam Non-fero Dengan Penguatan Anchor pada Tutupnya Untuk IKM Logam Tanjung Batu, Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan, Jurnal Teknologi Dan Energi STT-PLN Vol. 3, hal 121-145.
5. Zemansky, Sears, 1994, Fisika Untuk Universitas 1: Mekanika, Panas, Bunyi, Binacipta, Bandung.
6. Thermax India Ltd. Technical Memento