

## Besarnya Penyusutan Yang Terjadi Pada Peleburan Logam Non-Fero Dengan Menggunakan Bahan Baku 2.5 Ton Logam Untuk Pembuatan Komponen Boiler Pada Tanur Kupola Di PT. X

Herry Darmadi<sup>1</sup>, Muhammad Andika Dewatmoko<sup>2</sup>, Dian Kurnia<sup>3</sup>, Nurul Shadrina Bintang<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup>Teknik Mekanika, Politeknik Teknologi Kimia Industri, Medan, Sumatera Utara, Indonesia

<sup>3,4</sup>Agribisnis Kelapa Sawit, Politeknik Teknologi Kimia Industri, Medan, Sumatera Utara, Indonesia

[herry.darmadi@gmail.com](mailto:herry.darmadi@gmail.com), [andikadewatmoko@gmail.com](mailto:andikadewatmoko@gmail.com)

### Abstract

*The casting industry is a kind of mining industry, where all industry manufacturing would never exist without the casting of the casting industry, much more difficult for the economy of a country without its own industrial role. A brushwork furnace that is one of the most popular types of metal smelting kitchens. The large shrink that occurs at smelting metals for making boiler components using 2.5 tons of raw materials is 15.08 percent or weighing 2,123 kg. the foundry in PT X using cocash-fuel (coal with high carbon levels). The process of smelting metals included sand prints that served the desired components, supplying raw materials and fuel to suit needs, smelting the kiln in my furnace with the help of blowers, pouring the molten metal into the ground, and cooling the molten metal.*

**Keywords:** *smelting, non-ferrous, coke, metal, carbon*

### Abstrak

Industri Pengecoran Logam adalah Industri Hulu, dimana semua industry manufacturing tidak akan pernah ada tanpa peran Industri Pengecoran logam, lebih jauh lagi berat bagi perekonomian suatu negara tanpa memiliki peran industri didalam negara itu sendiri. Tanur kupola yang merupakan salah satu jenis dapur peleburan logam yang cukup populer. Besar penyusutan yang terjadi pada peleburan logam untuk pembuatan komponen boiler dengan menggunakan bahan baku logam 2,5 ton adalah 15,08 % atau seberat 2.123 kg. Pada pengecoran logam di PT X menggunakan bahan bakar kokas (Batubara dengan kadar karbon tinggi). Proses peleburan logam antara lain yaitu membuat cetakan pasir sesuai komponen yang di inginkan, penentuan bahan baku dan bahan bakar sesuai kebutuhan, melakukan peleburan pada tanur kupola dengan bantuan blower, melakukan penuangan cairan logam yang telah dilebur, dan mendinginkan cairan logam yang dicetak.

**Kata Kunci :** peleburan, *non-ferro*, kokas, logam, karbon

### 1. PENDAHULUAN

Pengecoran logam merupakan suatu proses peleburan logam melalui pemanasan dalam suatu dapur tinggi dan terkadang diberi perlakuan untuk mengubah komposisi kimia, selanjutnya dituangkan ke dalam wadah atau cetakan dan kemudian didinginkan [1].

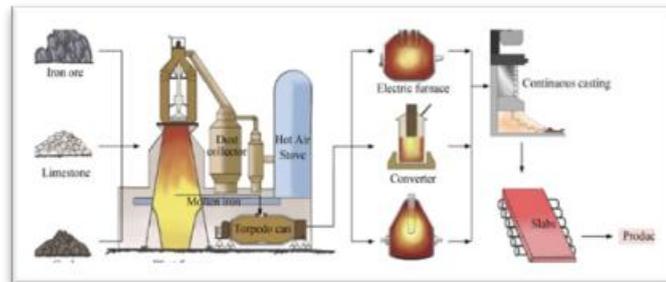
PT. X merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang pengolahan logam dan fabrikasi. Tujuan utama membangun PT. X ini untuk bekerja sama membangun perekonomian masyarakat sekitar yang sangat membutuhkan dan memiliki kemampuan kompeten dalam bidang pengolahan logam dan fabrikasi.

Penyusutan pada bahan baku pengecoran logam menjadi hal yang tidak bisa dihindari pada industri pengecoran logam. Sebab pada proses peleburan terdapat perubahan suhu berdasarkan suhu pembakaran dengan suhu atmosfer [2]. Oleh karena itu, industri peleburan logam adalah Industri Hulu, dimana semua industry manufacturing tidak akan

pernah ada tanpa peran industri pengecoran logam, lebih jauh lagi berat bagi perekonomian suatu Negara tanpa memiliki peran industri didalam Negara itu sendiri.

Peleburan besi adalah proses peleburan khusus yang digunakan untuk mengekstraksi besi dari bijih besi. Proses ini melibatkan reduksi oksida besi untuk menghasilkan besi cair, yang kemudian dituang ke dalam berbagai bentuk seperti batangan. Proses mengubah logam padat menjadi cair disebut peleburan. Ini melibatkan pemanasan logam sampai titik lelehnya, di mana ia menjadi zat cair [3].

Smelting adalah proses reduksi bijih sehingga menjadi logam unsur yang dapat digunakan berbagai macam zat seperti karbid, hidrogen, logam aktif atau dengan cara elektrolisis. Pemilihan zat pereduksi ini tergantung dari kereaktifan masing-masing zat. Makin aktif logam makin sukar direduksi, sehingga diperlukan pereduksi yang lebih kuat.



**Gambar 1.** Proses *Smelting*

Peleburan logam (melting) adalah proses mencairkan logam pada temperatur tertentu dengan menggunakan energi panas yang di hasilkan oleh tungku. Tungku adalah sebuah peralatan yang digunakan untuk melelehkan logam untuk pembuatan bagian mesin (casting) atau untuk memanaskan bahan serta mengubah bentuknya (misalnya penggulangan, penempaan) atau merubah sifat-sifatnya (perlakuan panas) [4]. Tungku yang paling banyak digunakan dalam pengecoran logam antara lain ada lima jenis yaitu; Tungku jenis kupola, tungku pengapian langsung, tungku crucible, tungku busur listrik, dan tungku induksi .

Melting merupakan proses peleburan bahan baku logam aluminium dengan suhu tinggi hingga mencair dan homogen. Proses peleburan atau proses melting terjadi dalam suatu furnace yang disebut dengan Melting Chamber atau Melting Furnace [5].

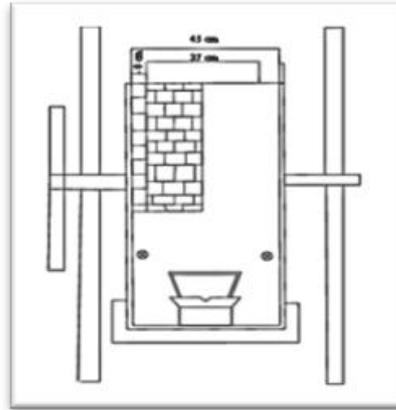


**Gambar 2.** *Melting Chamber*

Tanur kupola yang merupakan salah satu jenis dapur peleburan logam yang cukup populer. Pada penggunaan kupola sebagai tanur peleburan logam diperlukan pengetahuan tentang perhitungan-perhitungan dasar yang berkaitan dengan kapasitas peleburan, debit

angin yang dibutuhkan, jumlah kokas yang diperlukan dalam persentase yang tepat dan pertimbangan lainnya yang dapat mempengaruhi optimasi penggunaan tanur kupola [6]. Salah satu tanur pelebur yang saat ini banyak dipakai di sentra industri pengecoran logam Ceper adalah tanur cupola, dengan bahan bakar peleburan *foundry cokes*, namun perkembangan terakhir, harga *cokes* semakin tinggi sehingga perlu penelitian dan percobaan agar penggunaan bahan bakar lebih efisien [7].

Gambar teknik tanur kupola pada PT. X adalah sebagai berikut:



**Gambar 3.** Tanur Kupola

Tanur kupola mempunyai macam ukuran tanur berdasarkan diameter dan tinggi efektif tanur peleburan. Kapasitas tanur peleburan pada tanur kupola dinilai kurang efisien sebab beberapa faktor salah satunya dari unjuk kerja dalam proses peleburannya, jika diameter kupola yang digunakan dengan kapasitas 1.8 ton/jam tetapi pada kenyataannya tidak sesuai kapasitas standar. Penerapan kapasitas yang dipakai hanya 800 kg/jam nilai ini lebih rendah dibandingkan dengan yang sudah disebutkan diatas. Penggunaan jumlah muatan yang dihabiskan dari kapasitas yang lebih rendah tersebut mengakibatkan rugi-rugi peleburan yang berakibat pada peningkatan biaya produksi sehingga harga jual dari produk akan tinggi [6].

Seni pengecoran adalah untuk mengimbangi penyusutan yang diantisipasi ini saat mendesain cetakan. Untuk bentuk yang sederhana, dimensi cetakan dapat ditingkatkan melebihi ukuran komponen akhir untuk mengakomodasi sebagian penyusutan ini. Namun, jika logam cair dituangkan langsung ke dalam cetakan dengan dimensi yang sama dengan komponen yang dibutuhkan, beberapa rongga mungkin akan terbentuk [8]. Oleh karena itu, desain yang cermat dari pintu gerbang, saluran masuk, dan pengumpan yang mengatur aliran logam cair ke dalam cetakan juga dapat membatasi efek penyusutan. Namun, karena barang-barang ini bukan bagian dari komponen yang sudah jadi, dan akan dibuang dan didaur ulang sebagai barang bekas setelah pengecoran, maka kompensasi yang berlebihan akan menimbulkan biaya yang tidak perlu.

Pada saat proses peleburan logam yang menggunakan bahan baku logam non-fero di tanur/tungku maka bahan baku akan terjadi penyusutan sesuai faktor-faktor tertentu dari proses tersebut. Hal itu sangat harus diperhatikan agar dapat menentukan bahan yang sesuai dengan presentase yang dibutuhkan dalam proses pencetakan [4]. Untuk mengetahui penyusutan tersebut dalam persentase maka dapat di hitung dengan rumus:

$$\text{Penyusutan} = \frac{X_1 - X_2}{X_1} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana

Penyusutan (%) = Jumlah Penyusutan yang terjadi

X1 = Jumlah Bahan Baku (kg)

X2 = Jumlah Bahan Jadi (kg)

## 2. METODE PENELITIAN

Dalam rangka pengumpulan data maupun pada waktu menganalisa dari tahap pertama sampai selesai, maka digunakan dua metode kerja yaitu: Metode Tinjauan Pustaka dimana menggunakan buku-buku literatur sebagai pertimbangan dalam mempelajari hubungan atau keterkaitan tempat kerja praktek atau objek yang dibahas. Metode Studi Lapangan merupakan suatu metode penelitian yang dilakukan di tempat penelitian/melakukan kegiatan penelitian dilapangan.

## 3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Besar penyusutan yang terjadi pada peleburan logam non-fero dengan menggunakan bahan baku 2.5 ton untuk pembuatan komponen boiler di PT. X

Pada proses peleburan logam yang dilakukan di PT. X menggunakan bahan baku yaitu logam campuran sebesar 2.5 ton yaitu ferro dan non-ferro yang berupa kuningan (Cu-Zn), Perunggu (Cu-Sn), aluminium (Al), Tembaga (Cu), nikel (Ni) dan menggunakan bahan bakar Kokas atau batubara dengan kadar karbon yang tinggi.

**Tabel 1.** Hasil Peleburan Logam PT. X

No	Hasil Produksi Peleburan Pada PT Sinar Karya Inovatif										Jumlah (kg)
1	Hasil Produksi Peleburan Pintu <i>Boiler Single</i> berjumlah 8 unit dengan berat sebagai berikut:										474 kg
	58 kg	58 kg	59 kg	59 kg	59 kg	59 kg	61 kg	61 kg			
2	Hasil Produksi Peleburan Pintu <i>Boiler Double</i> berjumlah 7 unit dengan berat sebagai berikut:										525 kg
	74 kg	74 kg	74 kg	75 kg	76 kg	76 kg	76 kg				
3	Hasil Produksi Peleburan Dudukan pipa <i>boiler</i> berjumlah 11 unit dengan berat sebagai berikut:										262 kg
	22 kg	22 kg	22 kg	24 kg	24 kg	24 kg	24 kg	25 kg	25 kg	25 kg	
4	Hasil Produksi Peleburan Tiang pintu <i>boiler single</i> berjumlah 8 unit dengan berat sebagai berikut:										420 kg
	52 kg	52 kg	52 kg	52 kg	52 kg	53 kg	53 kg	54 kg			
5	Hasil Produksi Peleburan Tiang pintu <i>boiler double</i> berjumlah 7 unit dengan berat sebagai berikut:										442 kg
	62 kg	62 kg	62 kg	64 kg	64 kg	64 kg	64 kg				
<b>Total Berat Hasil Produksi</b>											<b>2.123 kg</b>

Dapat dilihat dari tabel diatas sebagai hasil peleburan yang terjadi pada PT X untuk selanjutnya dijadikan acuan untuk pengolahan data dan penelitian penyusutan yang terjadi pada proses peleburan logam non-ferro.

Untuk menentukan besar penyusutan maka dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Penyusutan} &= \frac{X_1 - X_2}{X_1} \times 100\% \\ \text{Penyusutan} &= \frac{2500 \text{ kg} - 2123 \text{ kg}}{2500 \text{ kg}} \times 100\% \\ \text{Penyusutan} &= \frac{377 \text{ kg}}{2500 \text{ kg}} \times 100\% \\ \text{Penyusutan} &= 15,08\% \end{aligned}$$

Hasil dari besarnya penyusutan peleburan pada logam dengan menggunakan bahan baku 2,5 ton adalah 15,08 %.

### 3.2 Proses peleburan logam non-fero yang ada di PT. X

Pada PT. X yang menggunakan Tungku Tanur Kupola/Tungku Tinggi menggunakan cara/proses peleburan sebagai berikut:

1. Sebelum memulai proses peleburan maka harus melakukan pembentukan pola dengan menggunakan pasir cetakan dan disesuaikan dengan komponen yang ingin dibuat.
2. Pada Proses pembuatan cetakan pasir maka harus mengetahui campuran untuk membuat cetakan, yaitu pasir, pasir silica, dan pengeras. Pada proses pembuatan cetakan dilakukan dengan bantuan api agar cepat mengeras cetakan tersebut. Cetakan komponen boiler dilihat pada gambar dibawah ini.



**Gambar 4.** Cetakan *Boiler*

3. Selanjutnya adalah menentukan Bahan baku yang akan dilakukan peleburan dan disesuaikan dengan cetakan yang ingin dibuat. Pada hal ini digunakan bahan baku yaitu 2,5 ton logam.
4. Pada bahan baku sebelum dilakukan peleburan maka harus dilakukan pemotongan bahan baku menjadi kecil agar bisa masuk kedalam tungku peleburan tanur kupola. . Dapat dilihat bahan baku peleburan pada gambar dibawah ini.



**Gambar 5.** Bahan baku

5. Setelah melakukan penentuan bahan baku adalah penentuan bahan bakar yang digunakan pada peleburan logam tersebut. Pada peleburan logam sebanyak 2.5 ton maka jumlah bahan bakar yang digunakan adalah 750 kg agar menyesuaikan dengan lama proses peleburan. Dapat dilihat bahan bakar peleburan pada gambar dibawah ini.



**Gambar 6.** Bahan Bakar Peleburan

6. Pada proses selanjutnya ialah melakukan peleburan untuk membuat komponen yang diinginkan dengan membuat api terlebih dahulu dengan bantuan kayu sebagai pemercik agar kokas dapat terbakar sempurna.

7. Setelah kokas sudah menjadi bara dan terbakar maka langkah selanjutnya adalah menghidupkan blower sebagai bantuan udara agar pembakaran sempurna.

8. Setelah itu maka dimasukkan bahan baku logam tersebut secara bertahap sesuai kapasitas tungku tanur kupola tersebut.

9. Apabila telah cair logam yang dilebur maka dilakukan proses penuangan cairan logam dari tungku tanur kupola ke bak sementara agar disalurkan ke cetakan yang telah dibuat. Dapat dilihat proses penuangan cairan logam ke bak sementara. pada gambar dibawah ini.



**Gambar 7.** Penuangan Bahan Baku

10. Dalam proses penuangan cairan logam maka harus perlahan agar tidak terjadi kebocoran dan kecacatan dalam pembuatan komponen tersebut. Dapat dilihat penuangan cairan logam ke cetakan pada gambar dibawah ini.



**Gambar 8.** Penuangan Cairan ke Cetakan

11. Pada tahap akhir adalah pendinginan cairan logam sampai mengeras dan menjadi komponen *boiler*.

Maka dapat diketahui bahwasannya proses peleburan logam dengan menggunakan tungku tanur kupola adalah : membuat cetakan pasir sesuai komponen yang di inginkan, penentuan bahan baku dan bahan bakar sesuai kebutuhan, melakukan peleburan pada tanur kupola dengan bantuan blower, melakukan penuangan cairan logam yang telah dilebur, dan mendinginkan cairan logam yang dicetak.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa data dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan:

1. Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan maka didapatkan hasil dari besar penyusutan yang terjadi pada peleburan logam untuk pembuatan komponen boiler dengan menggunakan bahan baku logam 2,5 ton adalah 15,08 %.
2. Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan maka proses peleburan logam adalah : membuat cetakan pasir sesuai komponen yang di inginkan, penentuan bahan baku dan bahan bakar sesuai kebutuhan, melakukan peleburan pada tanur kupola dengan bantuan blower, melakukan penuangan cairan logam yang telah dilebur, dan mendinginkan cairan logam yang dicetak.

#### 5. REFERENSI

- 1] A. Sudiyanto and N. A. Shiddiq, "Proses Pengecoran Logam Dan Analisa Cacat," *Journal of Metallurgical Engineering and Processing Technology*, vol. 1, no. 1, 2020.
- 2] S. Tjitro and L. S. Hartanto, "Pengaruh Modulus Cor Riser Terhadap Cacat Penyusutan Pada Produk Paduan Al-Si," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 4, no. 2, 2004.
- 3] X. Yang, X. Chen, T. Zhang, J. Ye, G. Lv and a. Zhang, "Study on Reductive Smelting of High-Iron Red Mud for Iron Recovery," *MDPI*, vol. 12, no. 4, 2022.
- 4] K. Gunawan, K. D. Yuliawan, A. T. Hartanto and I. G. S. Sudaryana, "Perancangan Dan Pembuatan Tungku Peleburan Logam Untuk Menunjang Kegiatan Praktikum Dan Penelitian Di Laboratorium Manufaktur," *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, vol. 11, no. 1, 2023.
- 5] D. AMALIA and M. AZIZ, "Percobaan Pendahuluan Pembuatanalumina Kualitas Metalurgi Dari Bauksitkalimantan Bara," *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, vol. 7, no. 4, pp. 183-191, 2011.

- E. Herianto and R. Binudi, "Kupola Udara Panas Untuk Memproduksi NPI (Nickel Pig  
6] Iron) Dari Bijih Nikel Laterit. Majalah Metalurgi," *Majalah Metalurgi*, vol. 28, no. 2,  
pp. 121-130, 2019.
- D. Kusumawaty, H. Pardosi, P. Sitindaon and J. G. Simanjuntak, "Modifikasi Tanur  
7] Kupola.," *Jurnal Teknik dan Teknologi*, vol. 15, no. 30, 2020.
- E. Ghassemali, A. E. W. Jarfors and A. DiószegiORCID, "On the Formation of Micro-  
8] Shrinkage Porosities in Ductile Iron Cast Components," *MDPI*, vol. 8, no. 7, 2018.