

SIMULASI DISTRIBUSI TEMPERATUR PADA DAPUR LEBUR *CRUCIBLE NON FERROUS* BAHAN BAKAR LPG MENGUNAKAN TEKNIK COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS

Rikki Manurung^{1*}, Mahadi², Syahrul Abda³, Tugiman⁴, M. Syahril Gultom⁵

^{1,2,3,4,5}Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara

Email: Rikkimanurung25@gmail.com

Abstract

To do the aluminum smelting process on a small scale can be done using a melting furnace or a crucible type furnace. this type of melting furnace usually uses fuel oil, charcoal or gas. The use of gas is intended to get cleaner and faster smelting results. Addition of bulkhead to the lid of the melting furnace is intended to accelerate the smelting process. By using the Computational Fluid Dynamics (CFD) method it is hoped that it can simulate the results of changes in temperature after the smelting process and can see the effect of adding bulkheads on the lid. In this study, the use of CFD simulations was carried out using the Ansys 19.2 Student Version software. For the process of making geometry using Solidwork. The process of meshing, setting up, and setting material has been done. Obtained by using the same amount of gas and the same melting time, the temperature of the melting kitchen using the bulkhead and blower is around 613°C, 907°C, 446°C, 50°C for the cup walls, combustion chamber, inner walls, outer walls. Whereas for variations without temperature insulation, it is obtained around 441°C, 788°C, 325°C, 48°C. For percent of errors each measurement point is below 10% from the experimental test results. Based on this simulation study it can be concluded that the use of bulkhead on the lid of the furnace melts greatly to help the smelting process. The study also recommends using a better type of Ansys so that the use of meshing is not restricted.

Keywords: Temperature, Simulation, Computational, Crucible, Furnance

Abstrak

Untuk melakukan proses peleburan aluminium dalam skala kecil dapat dilakukan dengan menggunakan dapur lebur atau tungku jenis crucible. Dapur lebur jenis ini biasanya menggunakan bahan bakar minyak, arang ataupun gas. Penggunaan bahan bakar gas dimaksud untuk mendapat hasil peleburan yang lebih bersih dan cepat. Penambahan sekat pada tutup dapur lebur dimaksudkan untuk mempercepat proses peleburan. Dengan menggunakan metode Computational Fluid Dynamics (CFD) diharapkan dapat mensimulasikan hasil perubahan temperatur setelah proses peleburan dan dapat melihat pengaruh penambahan sekat pada tutup. . Dalam studi ini, penggunaan simulasi CFD dilakukan dengan menggunakan software Ansys 19.2 Student Version. Untuk proses pembuatan geometri dilakukan menggunakan Solidwork. Proses meshing, set up, dan material setting telah dilakukan. Didapatkan dengan penggunaan jumlah gas dan waktu peleburan yang sama didapatkan suhu dapur lebur yang

menggunakan sekat dan blower adalah sekitar 613°C, 907°C, 446°C, 50°C untuk dinding cawan, ruang bakar, dinding dalam, dinding luar. Sedangkan untuk variasi tanpa sekat suhu yang didapat sekitar 441°C, 788°C, 325°C, 48°C. Untuk persen ralat masing masing titik pengukuran semuanya dibawah 10% dari hasil pengujian eksperimen. Berdasarkan studi simulasi ini dapat disimpulkan penggunaan sekat pada tutup dapur lebur sangat membantu proses peleburan. Studi ini juga merekomendasikan penggunaan jenis Ansys yang lebih baik agar penggunaan meshing tidak dibatasi.

Kata kunci : Temperatur, Simulasi, Komputasil, kruisible, Dapur lebur

1. Pendahuluan

Dalam pengecoran logam tahapan peleburan untuk mendapatkan logam cair pasti akan dilakukan dengan menggunakan suatu tungku peleburan dimana material bahan baku dan jenis tungku yang digunakan harus disesuaikan dengan material yang akan dilebur[1]. Dalam peleburan jenis *cruisible* menggunakan bahan bakar *LPG* yang diharapkan lebih ekonomis dibandingkan penggunaan briket atau arang. Penambahan sekat juga dimaksud untuk mempercepat proses peleburan.

Computational Fluid Dynamics (CFD) secara harafiah terbagi pada tiga suku kata yaitu “computational”, “fluid” dan “dynamics”. Ditinjau dari ketiga kata tersebut CFD memiliki pengertian yaitu suatu metode untuk mengkaji fenomena pergerakan fluida yang dianalisis secara komputasi. Secara definisi CFD merupakan suatu analisis sistem yang meliputi aliran fluida, pindah panas dan fenomena lain seperti reaksi kimia yang menggunakan simulasi berbasis komputer[9]. Hal yang paling mendasar mengapa konsep CFD banyak sekali digunakan dalam dunia industri adalah dengan CFD dapat dilakukan analisa terhadap suatu sistem dengan mengurangi biaya eksperimen dan tentunya waktu yang panjang dalam melakukan eksperimen.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan sekat pada tutup dapur lebur melalui simulasi dan membandingkan hasil tersebut dengan hasil yang didapat melalui pengujian eksperimen.

1. Metode

Penelitian dilakukan di Laboratorium Foundry ,Departemen Teknik Mesin, Universitas Sumatera Utara. Objek penelitian adalah Dapur Lebur berbahan bakar gas *LPG* dengan kapasitas maksimum 3kg.



Gambar 2.1 Dapur Lebur berbahan bakar *LPG*

2.1 Metode Numerik

Proses peleburan yang dilakukan di dapur peleburan dilakukan melalui simulasi. material yang dipakai untuk dinding dalam adalah semen tahan api (*refractory*) jenis

C16. Untuk bahan dinding luar digunakan material baja. Api yang dihasilkan dimodelkan melalui simulasi non premixed combustion . Simulasi dalam kondisi transient dan gaya gravitasi ditambahkan dalam simulasi secara vertikal

1. Konservasi Massa [10]

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_i} (\rho u_i) = 0 \quad (1)$$

Dimana x_i , $i = 1, 2, 3$ menunjuk ke sumbu x, y, z berturut-turut.

2. Konservasi Momentum, dan

$$\frac{\partial (\rho u_i)}{\partial t} + \frac{\partial (\rho u_i u_j)}{\partial x_j} = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\mu \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) - \frac{2}{3} \delta_{ij} \mu \frac{\partial u_k}{\partial x_k} \right] + \rho f$$

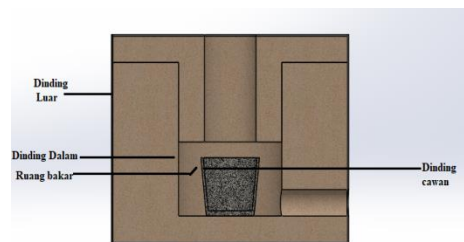
Dimana $i, j, k = 1, 2, 3$ mengarah ke sumbu x, y, z secara berturut-turut.

3. Konservasi Energi

$$\frac{\partial (\rho c T)}{\partial t} + \frac{\partial (\rho c T u_i)}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(k \frac{\partial T}{\partial x_i} \right) - p \frac{\partial u_i}{\partial x_i} + \rho \dot{q} + \Phi$$

Dimana $i, j, k = 1, 2, 3$ sebagai sumbu x, y, z .

2.2 Skema Eksperimental

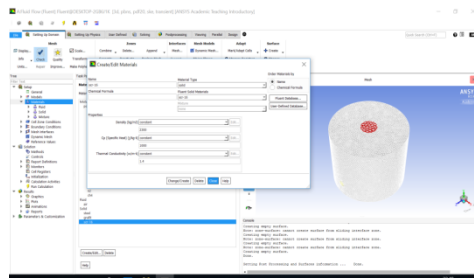


Gambar 2. 2 Titik Pengujian Temperatur Akhir

Pengujian eksperimental dilakukan dengan menggunakan data akusisi dan kabel termokopel yang dihubungkan ke komputer untuk membaca temperatur pada titik pengujian. Pengujian dilakukan dengan menggunakan bahan bakar yang sama. Penggunaan blower ditambahkan untuk memasok udara ke dalam ruang bakar

3. Kondisi Batas

Simulasi dilakukan dengan waktu 18 menit . Penggunaan gas dimasukkan sebesar $0,00037 \text{ kg/s}$ dan tekanan minimum dari regulator 100000 Pa . Untuk inlet blower hanya dimasukkan velocity inlet sebesar 10 m/s .

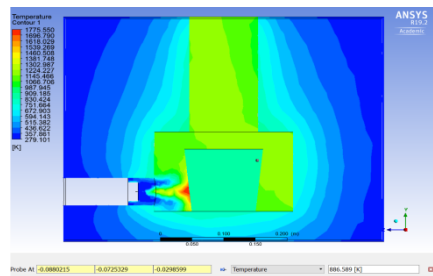


Gambar 3.1 Setting Material C-16

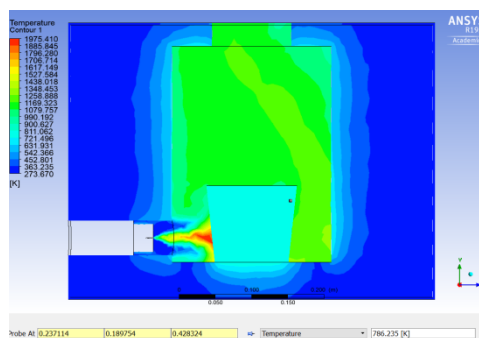
3.1 Hasil Simulasi

Simulasi dilakukan menggunakan Ansys 19.2. Simulasi menunjukkan penggunaan sekat pada tutup mengakibatkan proses peleburan yang lebih cepat. Hal ini terlihat dari kontur temperatur di beberapa titik yang lebih tinggi temperaturnya dengan waktu simulasi yang sama. Simulasi dilakukan dengan 3 variasi:

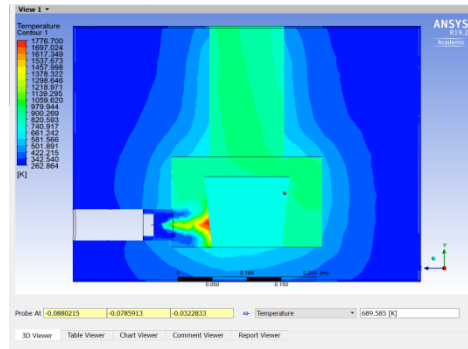
- Variasi 1 simulasi dapur lebur dengan sekat dan blower
- Variasi 2 simulasi dapur lebur dengan blower dan tanpa sekat
- Variasi 3 simulasi dapur lebur dengan sekat tanpa blower



Gambar 3.2 Pengukuran Temperatur pada Plot Kontur



Gambar 3.3 Pengukuran Temperatur Tanpa Sekat



Gambar 3.4 Pengukuran Temperatur Tanpa Blower

4. Kesimpulan

Dari simulasi didapatkan temperatur akhir pada dapur lebur sebagai berikut

| | Cawan | Ruang Bakar | Dinding Dalam | Dinding Luar |
|--------------------------------|----------|-------------|---------------|--------------|
| Pengujian Eksperimen Variasi 1 | 630,7343 | 826,4412 | 490,1975 | 54,0479 |
| Pengujian Simulasi Variasi 1 | 613,589 | 907,77 | 446,991 | 50,21 |
| Pengujian Eksperimen Variasi 2 | 480 | 778,0496 | 329,145 | 49,512 |
| Pengujian Simulasi Variasi 2 | 441,25 | 788,67 | 325,106 | 48,15 |
| Pengujian Simulasi Variasi 3 | 416,585 | 641,108 | 255,176 | 41,431 |

Simulasi menunjukkan bahwa hasil simulasi tidak jauh berbeda dari hasil pengujian eksperimen. Diapatkan bahwa penggunaan sekat dan blower jauh lebih menguntungkan karena dengan waktu yang sama temperatur pada titik pengujian variasi 1 jauh lebih besar daripada variasi lainnya

Referensi

[1] Groover, Mikell P. 1976. Fundamentals of Modern Manufacturing Fourth Edition. Jhon Wiley and Sons Inc.

[9] Versteeg, H.K. and Malalasekera, W. 1995. An Introduction to Computational Fluid Dynamics. London. Longman Group Limited

[10] Ambarita, Himsar. 2010. Persamaan Pembentuk Aliran. Teknik Mesin USU.