

ANALISIS COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC (CFD) PENYEBARAN PANAS PADA DAPUR PELEBURAN ALUMINIUM

Iful Rumanto ¹⁾, Sunaryo ²⁾, Akhmad Irfan ³⁾

^{1) 2) 3)} Universitas Sains Al-Qur'an

Email : ifulrumanto23@gmail.com ¹⁾, sunaryo@unsiq.ac.id ²⁾, irfan.akhmad@unsiq.ac.id³⁾

ABSTRAK

Penelitian pengaruh bentuk tungku terhadap sebaran panas pada dapur peleburan aluminium bertujuan untuk mengetahui bentuk tungku dengan sebaran panas paling baik. Penelitian ini menggunakan temperature awal 300⁰C, *heat flux* 300 W/m² dan 3 variasi bentuk tungku. yaitu bentuk tungku *hexagon*, bentuk tungku segi empat, dan bentuk tungku segi 12. Hasil simulasi dari variasi pertama menghasilkan *temperature* tertinggi 706.15 ⁰C dan *temperature* terendah 604.65 ⁰C, variasi kedua menghasilkan *temperature* tertinggi 688 ⁰C dan *temperature* terendah 526.65 ⁰C, dan variasi ketiga menghasilkan *temperature* tertinggi 704.30 ⁰C dan *temperature* terendah 535.75 ⁰C. Dari hasil simulasi menunjukkan bahwa variasi pertama dengan bentuk tungku *hexagon* memiliki sebaran panas paling baik.

Kata Kunci : Dapur peleburan, *flow simulation*, distribusi, *temperature*

ABSTRACT

Research analysis of computational fluid dynamic (CFD) heat dispersion in aluminum smelting kitchens aims to determine the shape of the furnace with the best heat distribution. This study uses an initial temperature of 300 0C, a heat flux of 300 W / m2 and 3 variations in the shape of the furnace. The first variation is the shape of a hexagon furnace, the second variation is the shape of a rectangular furnace, and the third variation is the shape of a rectangular furnace. The simulation results of the first variation produce the highest temperature of 706.15 0C and the lowest temperature of 604.65 0C, the second variation produces the highest temperature of 688 0C and the lowest temperature is 526.65 0C, and the third variation produces the highest temperature 704.30 0C and the lowest temperature is 535.75 0C. From the simulation results show that the first variation with hexagon furnace form has the best heat distribution.

Keywords: smelting kitchen, flow simulation, distribution, temperatur

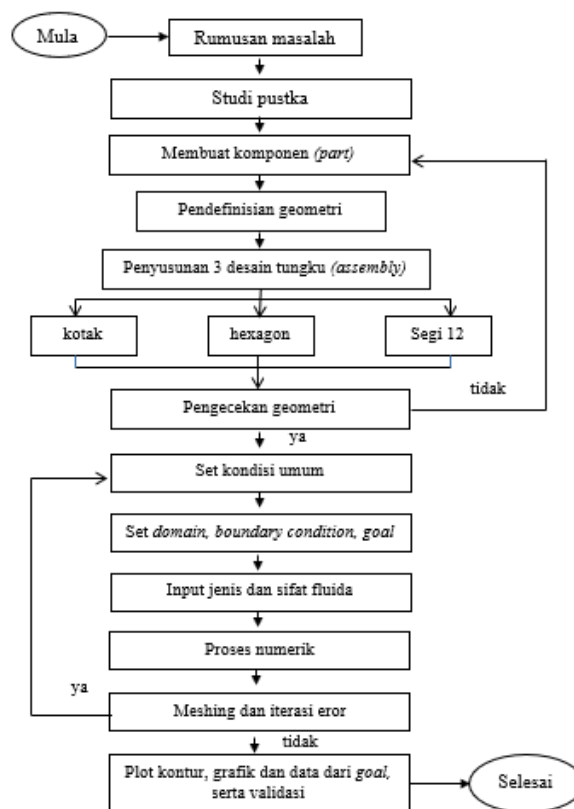
1. PENDAHULUAN

Proses peleburan dan pengecoran logam untuk mengubah logam dari fasa padat menjadi fasa cair membutuhkan alat berupa tungku peleburan. Material bahan baku logam serta jenis tungku yang digunakan harus disesuaikan dengan jumlah material yang dilebur. Pemilihan tungku peleburan yang digunakan untuk mencairkan logam harus sesuai dengan bahan baku yang dilebur. Paduan aluminium seperti kaleng minuman ringan, alat instrumen listrik, komponen kendaraan bermotor, alat rumah tangga biasanya dilebur dengan menggunakan tungku peleburan jenis krusibel.

Dapur krusibel adalah dapur peleburan logam yang banyak digunakan dan merupakan dapur paling tua di banding jenis dapur yang lainnya. Dapur ini juga sangat fleksibel karena ladel/wadah aluminium yang dilebur dapat diangkat. Oleh karena itu peleburan aluminium skala kecil dan sedang dilakukan menggunakan tungku krusibel. Tungku ini dibedakan menurut jenis bahan bakar yang digunakan yaitu, kokas atau arang, minyak, gas dan energi listrik. Tungku krusibel dengan menggunakan energi listrik lebih ramah lingkungan dan juga memerlukan biaya sedikit dalam proses peleburan dibandingkan dengan tungku krusibel berbahan bakar kokas atau arang dan minyak.

Idealnya tungku dapur peleburan aluminium harus dapat memanaskan bahan sebanyak mungkin, mencapai suhu lebur dengan cepat namun dengan tegangan sesedikit mungkin. Untuk itu dalam pembuatan dapur peleburan aluminium perlu dilakukan analisis sebaran panas. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui sebaran panas di dalam dapur peleburan menggunakan metode secara numerik dan dilakukan dengan *computational fluid dynamic (CFD)*. Metode *computational fluid dynamic (CFD)* dengan menggunakan *software solidwork* mampu memprediksi pola penyebaran panas dengan benar, juga proses pendefinisian material dan output hasil simulasi dapat dilakukan pada satu *software* karena *solidworks* sudah terintegrasi dengan *solidwork flow simulation*.

2. METODE



Gambar 1. Flowchart Simulasi CFD

1. Perumusan Masalah

Perumusan masalah digunakan untuk mengetahui hal apa saja yang akan dibahas dalam analisis *computational fluid dynamic (CFD)* pada dapur peleburan aluminium.

2. Studi pustaka

Studi pustaka adalah studi yang diperlukan untuk pembuatan laporan Tugas Akhir sebelum proses simulasi *computational fluid dynamic (CFD)*. Yang dilakukan dalam studi pustaka diantaranya membaca *literature*, karya ilmiah, dan jurnal.

3. Tahapan simulasi *computational fluid dynamic (CFD)*

Pengaplikasian metode CFD digunakan antara lain karena kemampuannya untuk memperoleh parameter-parameter pengujian tanpa harus melakukan pengujian secara aktual. Secara umum proses simulasi CFD dibagi menjadi 3 tahap yaitu Pre-Processing, Processing, dan Post-Processing.

a. Tahap *pre-processing*

Tahap preprocessing ini merupakan tahapan awal dalam membangun dan menganalisa sebuah model komputasi fluida (CFD). Dalam tahapan *pre-processing* ini terdiri dari beberapa sub tahapan mulai dari pembuatan geometry menggunakan *software* CAD solidwork, menentukan jenis fluida, meshing, serta menentukan parameter parameter yang digunakan.

a) Membuat geometry

Dalam membuat geometry menggunakan fasilitas build geometry dari *software* CAD solidwork atau *software* yang lainnya. Disini perlu menentukan apakah desain yang digunakan cukup dengan 2 dimensi atau 3 dimensi dan akan memodelkan hanya sebagian benda atau seluruhnya.

Dalam melakukan proses pembuatan geometry pada penelitian ini terdapat beberapa alternatif pilihan desain bentuk tungku. Hal tersebut dimaksudkan agar dapat memilih dan menentukan bentuk tungku yang sesuai kriteria perancangan. Ada 3 alternatif bentuk tungku :

- Segi 12

Geometri yang berbentuk Segi 12 bentuknya sederhana, namun juga memiliki tingkat kesulitan yang cukup sulit karena isolator yang berupa insulating brick yang digunakan berbentuk balok.

- Persegi empat

Geometri yang berbentuk segi empat memiliki kelebihan mudah dalam pembuatan namun memiliki sebaran panasnya kurang baik.

- Hexagon (segi enam)

Geometri yang berbentuk segi enam (Hexagon) memiliki kelebihan mudah di buat, karena mendekati lingkaran sebaran panasnya lebih baik dibandingkan geometri persegi.

b) Meshing

Menentukan tipe mesh yang akan kita gunakan, apakah menggunakan *triangle*, *quadrilateral*, *tetrahedron*, *hexahedron*, *pyramid*, *prism*. RAM computer juga turut menentukan seberapa banyak cells/node yang akan dibuat. Jika spek komputernya kurang memadai lebih baik menggunakan *mesh default*.

c) Menentukan jenis fluida

Proses ini menentukan jenis fluida (material properties dari fluida), juga menentukan boundary condition dan aliran fluida baik turbulen maupun laminar.

d) Pengaturan solver

Menentukan parameter parameter yang digunakan seperti sekema numerik dan kontrol konvergensi.

b. Tahap *processing*

Tahap ini sering disebut juga tahapan solution (solver execution), pada tahap ini persamaan-persamaan yang dilibatkan dalam simulasi CFD akan diselesaikan secara iterative sampai mencapai kondisi konvergen. Tingkat akurasi dari solver ditentukan oleh kondisi batas atau asumsi yang digunakan (boundary condition), meshing, dan numerical error (bias karena keterbatasan *software* atau karena kekeliruan proses)

c. Tahap *post-processing*

Post processing merupakan tahap akhir dari simulasi yaitu merupakan tahap penampilan hasil serta analisa terhadap hasil yang diperoleh berupa data kualitatif dan data kuantitatif. Data kuantitatif berupa distribusi koefisien tekanan, koefisien drag dan koefisien lift. Sedangkan data kualitatif berupa visualisasi aliran dengan menampilkan grid display, pathlines, plot kontur, plot vektor dan profil kecepatan. Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat perlu dilakukan pengujian lagi.

Hasil dari tahap ini bisa berupa grafik warna, vector, kontur, dan bahkan animasi.



Gambar 2. grafik warna *post-processing*

Grafik tersebut dibaca berdasarkan warnanya, warna biru menunjukkan suhu terendah dan warna merah menunjukkan suhu tertinggi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Simulasi CFD dilakukan dengan cara memodelkan suatu bentuk tungku peleburan logam. Tujuan dari Simulasi ini adalah untuk membandingkan sebaran panas yang ada di dalam tungku berdasarkan bentuknya. Permodelan yang dilakukan adalah dengan membuat 3 bentuk tungku peleburan logam dengan bentuk elemen yang pemanas sama. Sumber panas berasal dari elemen tersebut supaya dapat mengetahui mana bentuk tungku yang memiliki sebaran panas paling baik.

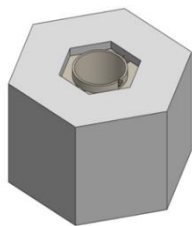
Dalam simulasi yang dilakukan, beberapa kondisi batas pada sistem adalah :

Tabel 1. kondisi batas simulasi tungku

No	Kondisi Batas Simulasi	Keterangan
1.	Bentuk tungku	Tinggi : 26 cm Lebar : 42 cm
2.	Heat flux	300 W/m ²
3.	Temperatur awal	300 ⁰ C
4.	Bahan isolator	insulating brick
5.	Bahan elemen pemanas	paduan nikel
6.	Krusibel	Bahan : alloy steel Diameter : 13,5 cm Tinggi : 19 cm
7.	Jenis sebaran	Konduksi

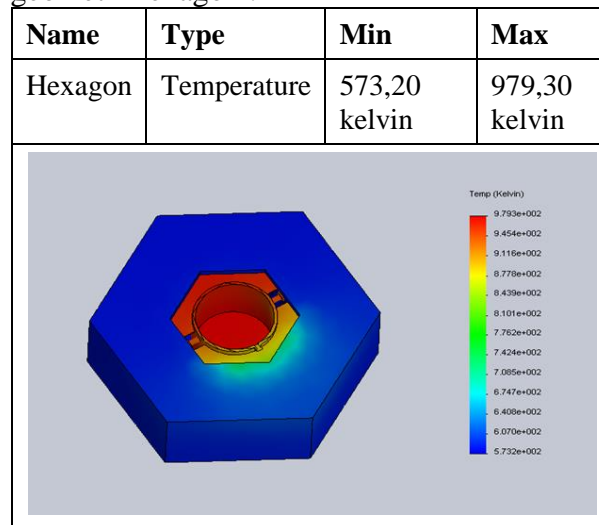
Beberapa hasil simulasi CFD dari berbagai bentuk dapat di sajikan sebagai berikut :

1) Tungku Hexagon



Gambar 3. Geometri tungku hexagon

Berikut hasil simulasi pada bentuk geometri hexagon :

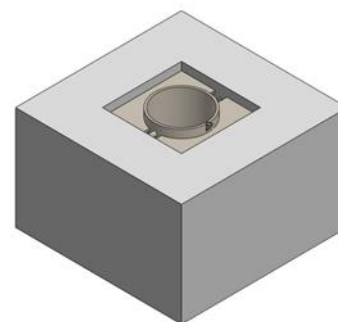


Gambar 4. Hasil simulasi tungku hexagon

Berdasarkan hasil simulasi di atas, temperatur tertinggi adalah 979.30 kelvin (706.15 0C) terjadi pada bagian belakang krusibel yang paling dekat dengan koil pemanas. Temperatur terkecil terjadi pada bagian depan atas krusibel untuk tempat penuangan aluminium cair, tempertaurnya adalah 877.80 kelvin (604.65 0C).

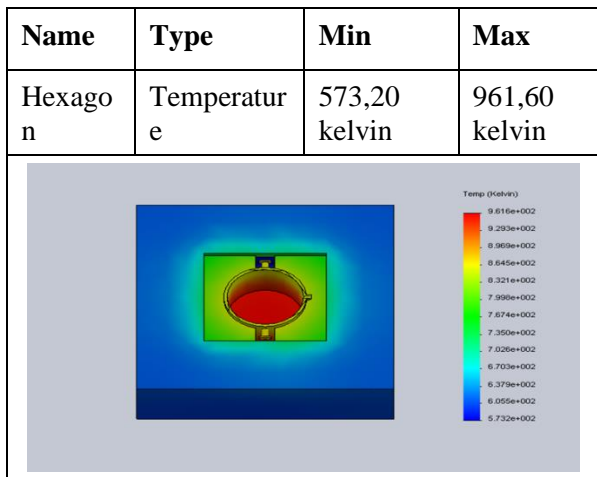
2) Tungku Kotak

Berikut ini adalah model tungku dengan bentuk geometri kotak, dengan diameter luar tungku sebesar 42 cm dan tinggi 26 cm, diberi temperature awal sebesar 3000C dan rambat panasnya sebesar 300 W/m². Dalam penelitian yang ini dapat diketahui berapa suhu maksimum dan minimum pada tungku kotak.



Gambar 5. Geometri tungku kotak

Berikut hasil simulasi pada bentuk geometri kotak :

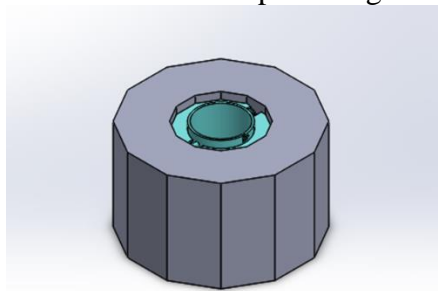


Gambar 6. Hasil simulasi tungku kotak

Berdasarkan hasil simulasi di atas, temperatur tertinggi adalah 961.60 Kelvin (688 0C) terjadi pada bagian dasar krusibel yang paling dekat dengan koil pemanas. Temperatur terkecil terjadi pada bagian bagian atas tungku, tempertaurnya adalah 799.80 Kelvin (526.65 0C).

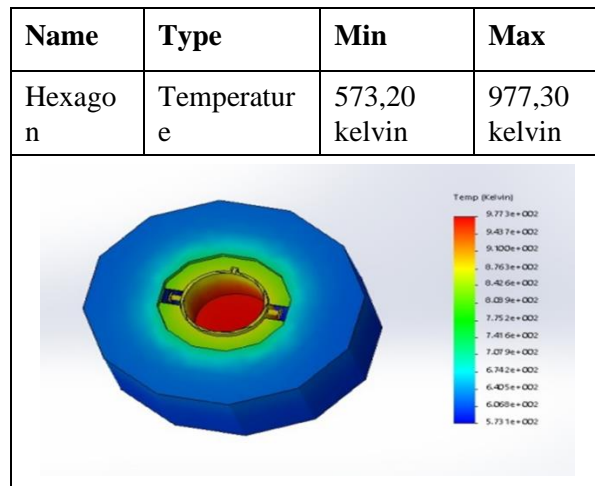
3) Tungku Segi 12

Berikut ini adalah model tungku dengan bentuk geometri segi 12, dengan diameter luar tungku sebesar 42 cm dan tinggi 26 cm, diberi temperature awal sebesar 3000C dan rambat panasnya sebesar 300 W/m². Dalam penelitian yang ini dapat diketahui berapa suhu maksimum dan minimum pada tungku segi 12.



Gambar 7. Geometri tungku segi 12

Berikut hasil simulasi pada bentuk geometri segi 12 :



Gambar 8. Hasil simulasi tungku segi 12

Berdasarkan hasil simulasi di atas, temperatur tertinggi adalah 977.30 Kelvin (704.30 0C) terjadi pada bagian dasar krusibel yang paling dekat dengan koil pemanas. Temperatur terkecil terjadi pada bagian bagian atas tungku, tempertaurnya adalah 808.90 Kelvin (535.75 0C).

Berdasarkan hasil uji simulasi dari ketiga bentuk tungku, bentuk dengan suhu tertinggi adalah hexagon. Tungku berbentuk hexagon memiliki sebaran panas paling baik karena dari hasil simulasi sebaran panasnya sampai ke bagian atas krusibel dan mencapai suhu paling tinggi dibandingkan bentuk tungku yang lainnya yaitu 706.15 0C.

Tabel 2. Perbandingan temperatur maksimum dan minimum pada 3 variasi bentuk tungku

Temperatur	Hexagon	Segi empat	Segi 12
Temp. tertinggi	706.15 °C	688 °C	704.30 °C
Temp. terendah	604.65 °C	526.65 °C	535.75 °C

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Dari penelitian ini didapati kesimpulan sebagai berikut :

1. Temperature tertinggi pada tungku peleburan bentuk *hexagon* adalah 979.30 kelvin, pada bentuk tungku segi empat adalah 961.60 kelvin dan pada tungku berbentuk segi 12 adalah 977.30 kelvin. Simulasi sebaran panas perlu dilakukan

untuk menentukan sebaran panas yang paling merata.

2. Proses sebaran panas yang terjadi pada dapur peleburan yaitu panas merambat dari elemen pemanas ke krusibel, baru kemudian merambat ke alumunium yang akan dilebur.

4.2. Saran

Saran yang diberikan setelah dilakukan penelitian adalah perlu dikembangkan penelitian lebih lanjut terkait sebaran panas berdasarkan bahan elemen dan bahan krusibel yang berbeda.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Alviandra. (2017). *Pengaruh Penambahan Unsur Paduan Magnesium pada Al-Si Menggunakan Dapur Krusibel Terhadap Sifat Kekerasan dan Struktur Mikro*. Jurusan teknik mesin Universitas Merdeka Malang.
- [Ansys].. (2013). *Ansys Fluent User's Guide*. Ansys, Inc. USA.
- Cengel Y. A. dan Cimbala J. M. (2006). *Fluid Mechanics: Fundamentals and Applications*. McGraw Hill. New York.
- Istana B. dan Lukman J. (2012). *Rancang Bangun dan Pengujian Tungku Peleburan Aluminium Berbahan Bakar Minyak Bekas*. Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Riau.
- Holman J.P. (1994). *Perpindahan Kalor*. Jakarta : Erlangga.
- Magga R. (2010). *Analisis Perancangan Tungku Pengecoran Logam(non-fero) Sebagai Sarana Pembelajaran Teknik Pengecoran, JIMT Vol. 7, No. 1*.
- Meilan E. (2018). *Desain dan Pembuatan Tungku Krusibel unruk Peleburan Aluminium Dengan Bahan Bakar Gas dan Proses Pengamatan Tungku Serta Proses Pengujian Pengecoran Menggunakan Cetakan Pasir Hitam Dengan Variasi Jarak Penuangan*. Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Reynold W.C. & Perkins H.C. (1983). *Termodinamika Teknik*. Jakarta Pusat : Erlangga.
- Taukia F. (2008). *Dasar-dasar CFD Menggunakan Fluent*, Informatika. Bandung.
- Versteeg H.K. dan Malalasekera W. (1995). *An Introduction to Computational Fluid Dynamics: The Finite Volume Method*. Longman Group Ltd. England.