



## Analisa Aliran Udara Panas pada Drying Chamber Raw Mill PT. Semen Padang menggunakan Computational Fluid Dynamic (CDF)

**Fajrida Afrina**

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh  
Kampus Utama Cot Teungku Nie Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara – 24355  
Korespondensi: HP: 0823-8451-4219, e-mail: afajrida@yahoo.com

### Abstrak

*Drying chamber adalah alat pengering bahan baku semen yang akan digiling dalam raw mill. Keefektifan kerja raw mill sangat dipengaruhi oleh sistem pengeringan pada bahan baku yang akan digiling. Pengeringan di dalam drying chamber ini menggunakan udara panas dari kiln exhaust gas aliran ducting string B. Semakin kering bahan akan semakin mudah proses penggilingan. Heat transfer dari fluida ke bahan yang akan dikeringkan sangat penting agar diperoleh pengeringan yang optimum. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui secara teknis faktor yang mempengaruhi heat transfer dari udara pengering ke bahan yang dikeringkan dengan bantuan aplikasi computational fluid dynamic (CFD). Hasil simulasi yang dilakukan menggunakan CFD adalah heat transfer berbanding lurus dengan temperature dan velocity udara pengering, namun berbanding terbalik dengan waktu tinggal udara dalam drying chamber. Heat transfer optimum yang diperoleh pada penelitian ini adalah pada perlakuan velocity 15 mm/s, temperature 300 °C yaitu 901.480 Btu/s.*

*Kata kunci:* CFD, drying chamber, heat transfer, velocity, temperatur

### 1. Pendahuluan

Alat utama yang digunakan dalam proses penggilingan dan pengeringan bahan baku pembuatan semen terdiri dari dua jenis mill yaitu *horizontal mill (tube mill)* dan *vertical mill*. Media pengeringannya adalah udara panas yang berasal dari gas panas buangan kiln dengan temperature 220 °C - 300 °C. Volume udara yang tersedia dari kiln exhaust gas aliran ducting SP string B adalah sebesar 757,795 m<sup>3</sup>/h. diinjeksikan ke raw mill indarung IV hanya sekitar 122,217 m<sup>3</sup>/h

*dank e coal mill* sebesar 68,266 m<sup>3</sup>/h, kemudian sisanya dibuang ke udara melewati proses pendinginan di *gas conditioning tower* (GCT). Udara panas tersebut juga berfungsi sebagai media pembawa bahan-bahan yang telah halus menuju alat proses selanjutnya (Firdaus, 2007).

Proses penggilingan dan pengeringan bahan baku pada *horizontal mill* adalah dengan cara Material yang akan digiling dimasukkan bersamaan dengan aliran udara panas berasal dari *suspension preheater* yang ditarik oleh *mill fan*, sehingga di dalam *tube mill* selain terjadi proses penggilingan juga terjadi proses pengeringan. *Tube mill* untuk *raw mill* ini terdiri dari 3 ruangan, yaitu *drying chamber* , kamar I dan kamar II. Pada *drying chamber* dipasang *lifter* yang berfungsi untuk mengangkat dan menghamburkan material sehingga proses pengeringan dapat berlangsung dengan efektif karena luas permukaan material yang kontak dengan gas panas bertambah besar. Semakin tinggi temperatur udara di dalam *drying chamber* maka semakin bagus hasil pengeringan material, semakin bagus pengeringan material dalam *drying chamber* maka semakin mudah proses penggilingan pada *chamber* I dan diharapkan lebih efisien kerjanya *raw mill* horizontal (Varma, dkk 2013).

## **2. Bahan dan Metode**

### **2.1 Peralatan dan Bahan**

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Satu unit laptop ASUS, Processor intel(R) Celeron(R) CPU N2840 @ 2.16Hz 2.16 GHz, 64-bit *Operating System* juga menggunakan *Software* Autodesk CFD 2016. *Software autodesk inventor 2014*. *Software* pelengkap Microsoft Office.

### **2.2 Variabel Penelitian**

Ada beberapa variabel yang berpengaruh dalam penelitian ini yaitu variabel tetap, variabel bebas dan variabel terikat. Adapun variabelnya sebagai berikut:

### 2.2.1 Variabel Tetap

Adapun variabel tetap yang digunakan adalah:

- a. Diameter *dryng chamber* (5.000 mm)
- b. Bahan yang akan dikeringkan: *silica stone, iron sand, lime stone, clay*.
- c. *Pressure*: 2 atm

### 2.2.2 Variabel Bebas

Adapun variabel bebas yang digunakan adalah:

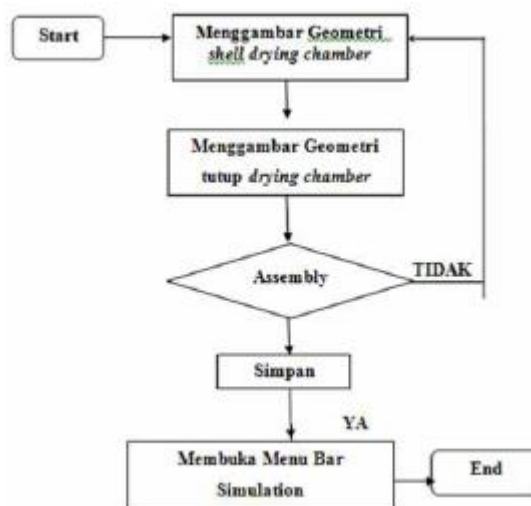
- a. *Velocity* udara panas : 5, 10, 15, 20, 25 (mm/s)
- b. Temperatur udara panas : 220, 240, 260, 280, 300 (°C)

### 2.2.3 Variabel Terikat

Adapun variabel terikat yang digunakan adalah:

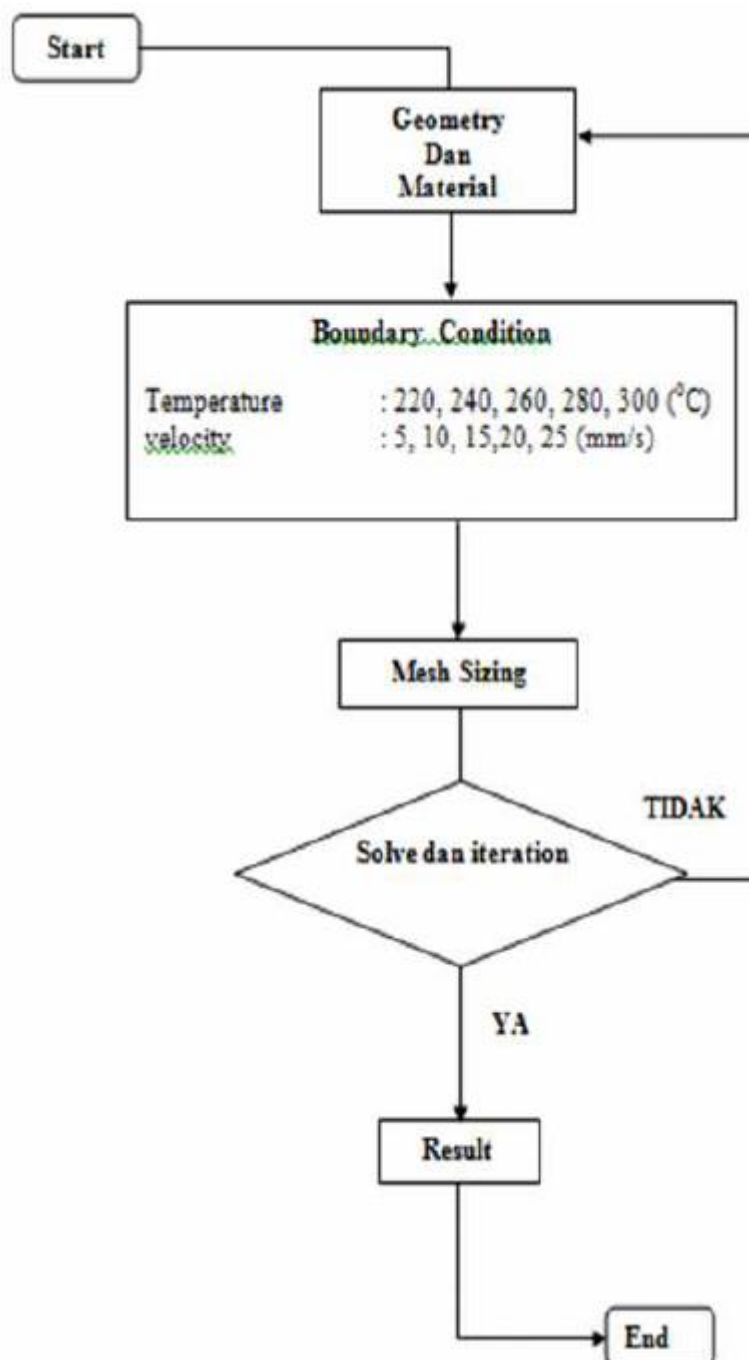
- a. Distribusi penyebaran suhu dalam *dryng chamber*
- b. *Heat transfer*
- c. Volume udara panas yang dibutuhkan untuk *heat transfer* optimum.

### 2.3 Prosedur Penelitian



Gambar 1 Bagan alir prosedur inventor

Proses simulasi untuk penelitian ini ada beberapa langkah yang sebelumnya dimulai dari pembentukan geometri pada *software autodesk Inventor* dapat dilihat pada diagram alir Gambar 1 dan simulasi dengan menggunakan *software autodesk CFD* dapat dilihat pada diagram alir Gambar 2.

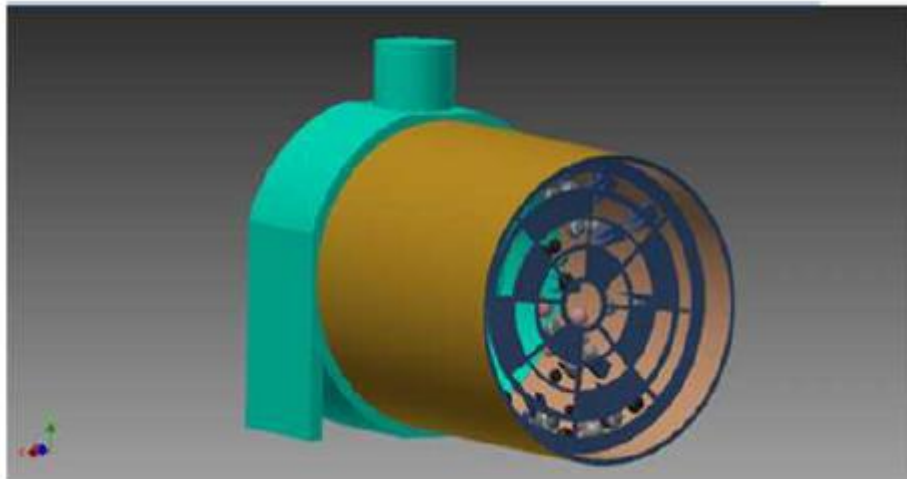


Gambar 2 Bagan alir prosedur CFD

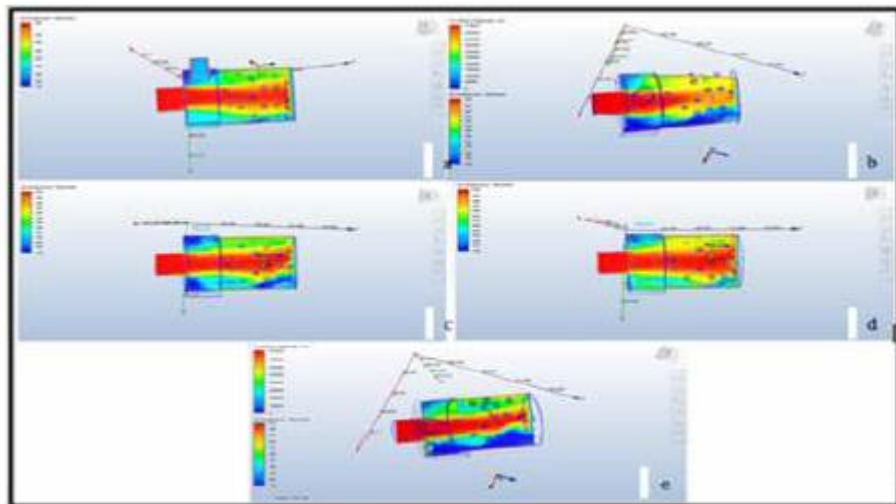
### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Analisa aliran udara panas pengering dengan metode simulasi CFD

Penggambaran model *drying chamber* dilakukan menggunakan *software autodesk inventor 2014*. Desainya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 *Drying chamber* dalam autodesk inventor



Gambar 4 Distribusi suhu dalam *drying chamber* (a) *velocity* 5 mm/s, (b) *velocity* 10 mm/s (c) *velocity* 15 mm/s (d) *velocity* 20 mm/s (e) *velocity* 25 mm/s.

Gambar 4 menunjukkan distribusi suhu yang terjadi pada setiap sudut *drying chamber* berdasarkan *velocity* udara panas yang diinjeksikan pada

Table 1 Hasil analisa udara panas pengering pada drying *chamber*

<i>run</i>	<i>Velocity (mm/s)</i>	<i>T (°C)</i>	<i>Heat transfer (Btu/s)</i>	<i>Volume m<sup>3</sup>/h</i>	<i>Waktu tinggal (m)</i>
1	5	220	494.610	208,7222411	26
2	5	240	601.650	208,7222411	26
3	5	260	639.790	208,7222411	26
4	5	280	689.780	208,7222411	26
5	5	300	750.870	208,7222411	26
6	10	220	497.320	417,4434203	13
7	10	240	614.480	417,4434203	13
8	10	260	648.940	417,4434203	13
9	10	280	696.610	417,4434203	13
10	10	300	778.280	417,4434203	13
11	15	220	527.480	626,1669003	9
12	15	240	663.180	626,1669003	9
13	15	260	683.240	626,1669003	9
14	15	280	740.470	626,1669003	9
15	15	300	901.480	626,1669003	9
16	20	220	499.060	834,8886105	6
17	20	240	651.970	834,8886105	6
18	20	260	669.200	834,8886105	6
19	20	280	721.660	834,8886105	6
20	20	300	825.000	834,8886105	6
21	25	220	498.070	1.043,609141	5
22	25	240	651.160	1.043,609141	5
23	25	260	668.760	1.043,609141	5
24	25	280	713.340	1.043,609141	5
25	25	300	811.330	1.043,609141	5

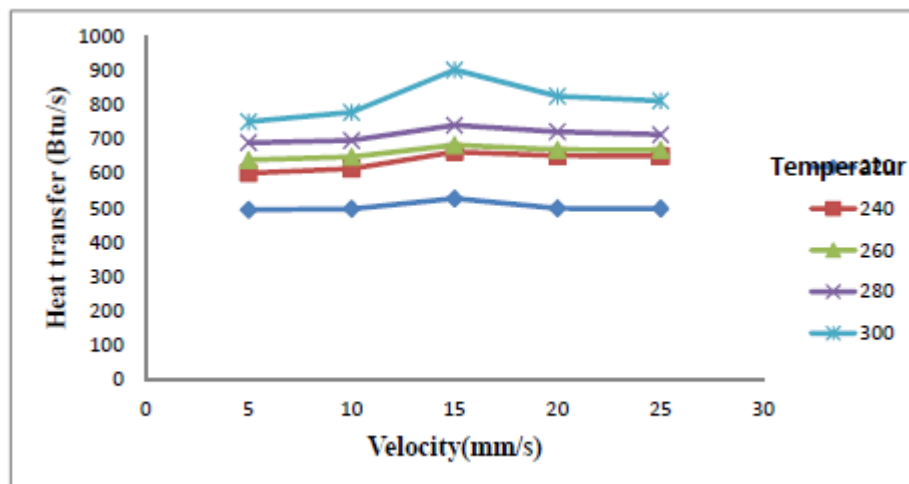
temperatur 300 °C yang dianalisa menggunakan *software* autodesk simulation CFD. Gambar 4 menunjukkan bahwa warna biru tua suhunya antara 176-240 °F, biru muda suhunya antara 240-300 °F, hijau suhunya antara 300-380 °F, kuning suhunya antara 380-400 °F, *orange* suhunya antara 400-450 °F, hijau suhunya antara 450-500 °F.

Gambar 4 menjelaskan bahwa distribusi suhu optimum adalah pada *velocity* 15 mm/s sesuai dengan data hasil pengamatan pada Tabel 1. *Heat transfer*

optimum diperoleh pada *velocity* 15 mm/s, *temperatur* 300 °C, serta volume udara panas sebesar 626 m<sup>3</sup>/h.

### 3.2 Analisa aliran udara panas pengering pada *drying chamber* dengan *heat transfer* dan *volume rate* serta efisiensi pengeringan

Penelitian yang telah dilakukan mendapatkan hasil *heat transfer* dan volume udara pengering yang dibutuhkan seperti pada Tabel 1. Tabel 1 membuktikan bahwa *velocity* dan suhu udara panas yang diinjeksikan ke dalam *drying chamber* mempengaruhi *heat transfer* dari udara ke bahan yang dikeringkan dan volume udara yang dibutuhkan untuk pengeringan. Adapun hubungan *velocity* dan *temperatur* terhadap *heat transfer* seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Grafik hubungan antara *velocity* dan *temperatur* terhadap *heat transfer*

Hasil yang dipaparkan di atas dapat diketahui bahwa *heat transfer* semakin meningkat sering meningkatnya *temperature* udara panas yang diinjeksikan, *heat transfer* optimum dari hasil penelitian ini diperoleh sebesar 901.480 btu/s dengan *velocity* udara pengering 15 mm/s dan *temperature* 300 °C. dengan volume udara pengering yang dibutuhkan sebesar 626,1669003 m<sup>3</sup>/h, serta waktu tinggal udara dalam *drying chamber* selama 9 menit.

*Raw mill* Indarung IV PT Semen Padang volume udara yang tersedia dari *kiln exhaust* gas aliran *ducting* SP string B adalah sebesar 757,795 m<sup>3</sup>/h. Udara panas diinjeksikan ke *raw mill* indarung IV hanya sekitar 122,217 m<sup>3</sup>/h dan ke *coal mill* sebesar 68,266 m<sup>3</sup>/h, kemudian sisanya dibuang ke udara melewati proses pendinginan di *gas conditioning tower* (GCT). Udara panas yang dibuang tersebutlah yang kita manfaatkan untuk memenuhi kebutuhan udara panas *drying chamber* agar tercapai *heat transfer* maksimum dan pengeringan bahan baku yang akan digiling lebih sempurna.

#### **4. Simpulan dan Saran**

##### **4.1 Simpulan**

Temperatur udara pengering mengalami penurunan sepanjang perjalanan sampai ke outlet karena mengalami perpindahan panas dari fluida ke bahan yang akan dikeringkan. *Heat transfer* optimum yang diperoleh adalah 901.480 btu/s dengan *temperature* 300 oC dan *velocity* 5 mm/s. Volume udara pengering yang dibutuhkan untuk mendapatkan *heat transfer* optimum adalah sebesar 626,1669003 m<sup>3</sup>/h. Waktu tinggal yang baik digunakan untuk pencapaian *heat transfer* optimum adalah selama 9 menit.

##### **4.2 Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka disarankan pada manajemen Indarung IV PT. semen padang untuk memanfaatkan udara panas yang dibuang untuk mencukupi suplay udara panas pengering bahan baku yang dibutuhkan *drying chamber*. Selanjutnya saran untuk para peneliti berikutnya agar dapat menghitung efisiensi kerja alat pengering agar penelitian ini lebih sempurna lagi dan dapat bermanfaat.

#### **5. Daftar Pustaka**

Afdhal. 2016. *Evaluasi Neraca Massa dan Energi Unit Kiln dan Kinerja Separator Unit Cement Mill Indarung V PT Semen Padang*. Depok:



Universitas Indonesia.

- Firdaus, A. (2007). *Proses Pembuatan Semen Pada PT. Holcim Indonesia Banten*: Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Gordon, L. 2012. *CFD Software Calculation Underwater Speed For a Small Sub*. California: Penton Media.
- Hadi, S. P., Purwono, S., & Fajar, T. 2014. *Simulasi Aliran Fluida (Minyak) Pada Hydraulic Wave Energy Converter Menggunakan Pendekatan CFD Computational Fluid Dynamics*. Surabaya: Institut Sepuluh November.
- Hartono, F., Arizal. 2013. *Computational Fluid Dynamic Analysis OF Turbojet*. Bandung. Insstitut Teknologi Bandung.
- Herliani, H., Fenny. 2017. *Menghitung Neraca Massa & Energi Coal Mill & Cement Mill Serta Heat Consumption Klinker Unit Kiln di Pabrik Indarung V PT Semen Padang*. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Hendro. 2011. *Pemodelan Computational Fluid Dynamics ( CFD ) Reaktor Pelat Sejajar Untuk Reaksi*. Depok: Universitas Indonesia.
- Novia, N., Faizal, M., & Liana, S. 2004. *CFD Modeling Of Waste Heat Recovery On The Rotary Kiln System in the Cement Industry*. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Sayma, A., Ventus. 2009. *Computational Fluid Dynamics*. Bookboon
- Permatasari, R., Annas, M. S., & Ardian, B. (2015). *Distribusi Temperatur Pada Microwave menggunakan Metode CFD*. Banjarmasin: Universitas Trisakti
- Varma, B. T. D. P., Sirisha, K. P. 2013. *Study of Processing and Machinery in Cement Industry*. Narsapur: International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT).