

## PENGARUH VARIASI POSISI FLOW STRAIGHTENER TERHADAP KESERAGAMAN ALIRAN GAS BUANG DENGAN MENGGUNAKAN CFD

Dewi Puspitasari<sup>1\*</sup>, Edo Andika C<sup>1</sup>., Brilliant S<sup>1</sup>., Erick W<sup>1</sup>., Ellyanie<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Mesin, Universitas Sriwijaya, Palembang  
Corresponding author: dewipuspitasari@unsri.ac.id

**ABSTRAK:** Perkembangan sektor industri dapat memberikan dampak pencemaran udara bagi lingkungan, terutama yang berasal dari cerobong gas buang. Dalam upaya pengendalian pencemaran udara pemerintah membuat peraturan bagi sektor industri untuk mengukur kualitas emisi yang berasal dari cerobong industri, agar kualitas emisi gas buang masih berada dalam ambang batas yang diizinkan. Untuk mendapatkan hasil yang akurat dalam pengukuran emisi, kecepatan aliran gas buang diukur pada bidang sampling point, dengan aliran gas buang yang harus seseragam mungkin. Pada penelitian ini dilakukan pengkondisian aliran didalam cerobong dengan memasang flow straightener sudut 45° dengan variasi posisi vertikal pada posisi 0,75D, 1D, dan 1,25D dari gangguan bawah. Dari hasil simulasi CFD, posisi 1,25D memperoleh nilai KV (Koefisien Variasi) terbaik sebesar 32,322%. Semakin kecilnya nilai KV maka semakin sedikitnya variasi aliran yang terjadi sehingga aliran cenderung lebih seragam. Semakin jauh flow straightener dari sampling point maka akan menurun tingkat keseragaman aliran KV.

**Kata Kunci:** Flow Straightener, Koefisien Variasi, Derajat Kemiringan

**ABSTRACT:** The development of the industrial sector can have an impact on air pollution for the environment, especially those originating from flue chimneys. In an effort to control air pollution the government makes regulations for the industrial sector to measure the quality of emissions coming from industrial chimneys, so that the quality of exhaust emissions is still within the permitted threshold. To get accurate results in measuring emissions, the exhaust gas flow velocity is measured at the sampling point plane, with the exhaust gas flow being as uniform as possible. In this study the flow coding in the chimney was carried out by installing a 45o angle flow straightener with a variation of the vertical position in the position of 0.75D, 1D, and 1.25D from the bottom interference. From the CFD simulation results, position 1.25D gets the best KV (Variation Coefficient) value of 32,322%. The smaller the KV value, the less variation of flow that occurs so that the flow tends to be more uniform. The farther the flow straightener from the sampling point will decrease the level of uniformity of CV flow.

**Keywords:** Flow Straightener, Coefficient of Variation, Degree Slope

### PENDAHULUAN

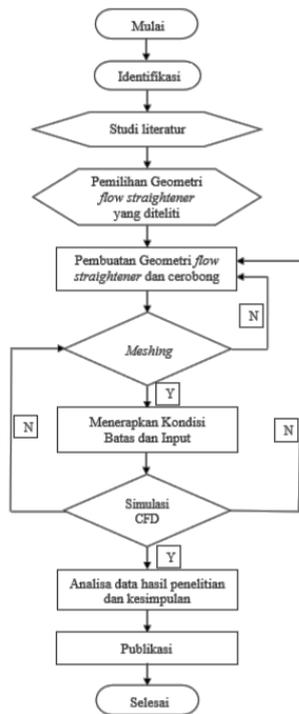
Sektor industri merupakan sektor produktif yang terus didorong perkembangannya agar dapat meningkatkan perekonomian nasional. Pangsa kebutuhan energi final sektor industri meningkat dari 35,5% pada tahun 2016 menjadi 46,8% pada tahun 2050 (BPPT, 2018). Perkembangan sektor industri memberikan dampak pencemaran udara yang mengakibatkan turunnya kualitas udara dan kesehatan bahkan kematian bagi manusia (Sugiarti, 2009). Dalam upaya pengendalian pencemaran udara, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan menetapkan persyaratan bagi sektor industri untuk mengukur dan memantau kualitas emisi gas buang dari cerobong industri. Pengukuran emisi yang akurat menjadi faktor utama dalam mendapatkan data yang akurat untuk mengelola beban emisi (Dewi dkk, 2018).

Syarat untuk mendapatkan hasil yang akurat dalam pengukuran emisi gas buang pada cerobong berdasarkan

US EPA Metode 1, 1996 adalah kecepatan aliran gas buang diukur pada bidang sampling point pada jarak tertentu dari ujung buang cerobong dengan aliran gas buang yang seseragam mungkin, vertikal, alirannya tidak berpusar dan derajat kemiringan aliran emisi rendah. Untuk memperbaiki keakuratan hasil pengukuran diperlukan pengkondisian aliran sebelum masuk alat ukur. Flow straightener yang ada bertujuan untuk mengurangi derajat turbulensi aliran pada saat dilakukan pengukuran sehingga diperoleh hasil pengukuran yang lebih baik (U.S. EPA, Tittle 40). Penelitian ini melanjutkan penelitian sebelumnya yang memperoleh disain geometri flow straightener terbaik berbentuk kerucut sudut 45° (Ouazzane AK, 2002). Dalam upaya memperbaiki kondisi aliran telah dilakukan variasi posisi vertikal pemasangan flow straightener pada posisi 0,75D, 1D, dan 1,25D. Penelitian ini akan mengamati profil kecepatan keseragaman aliran yang dihasilkan dari variasi posisi flow straightener tersebut di sampling point.

METODOLOGI

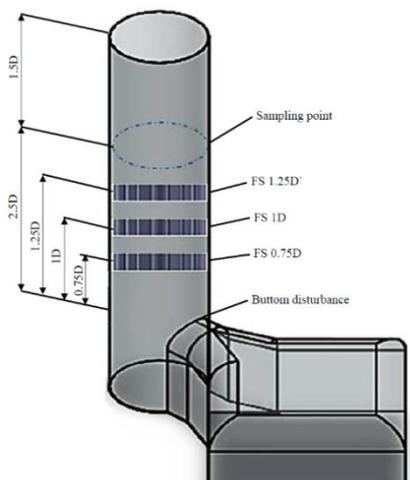
Penelitian ini akan mensimulasikan aliran emisi gas buang didalam cerobong dengan metode CFD. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram alir penelitian.

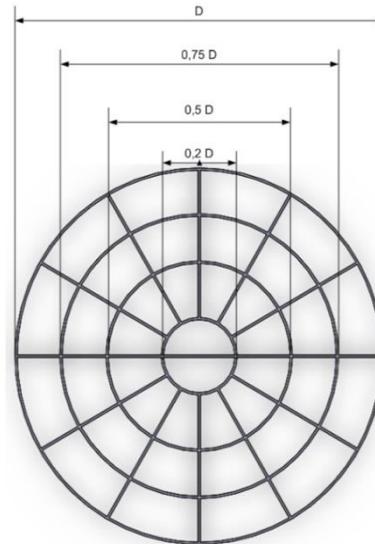
Geometri

Ukuran geometri cerobong dan flow straightener disesuaikan dengan penelitian sebelumnya (Dewi dkk, 2018). Tinggi cerobong 4D dan penempatan sampling point pada posisi 2,5D dari gangguan bawah. Geometri cerobong dapat dilihat pada Gambar 2.



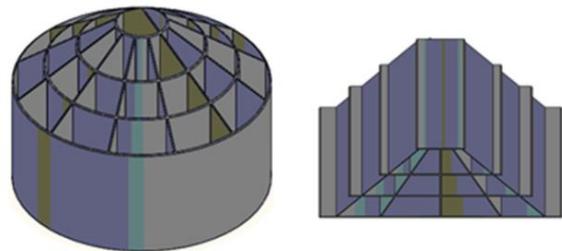
Gambar 2 Geometri Cerobong (Dewi dkk, 2018).

Dimensi penampang flow straightener dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Dimensi Penampang Flow Straightener (Dewi dkk, 2018).

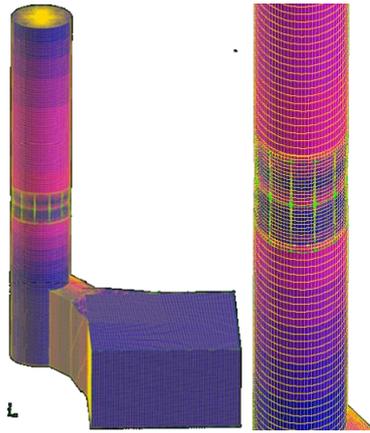
Gambar isometrik flow straightener dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Gambar Isometrik Flow Straightener (Dewi dkk, 2018).

Simulasi CFD

Penelitian ini akan mensimulasikan aliran emisi gas buang di dalam cerobong dengan pemasangan flow straightener dengan metode CFD. Langkah pertama dengan pembuatan geometri cerobong dan flow straightener. Selanjutnya dilanjutkan dengan proses meshing, pemilihan solver, model dan kondisi batas yang sama dengan penelitian sebelumnya (Dewi dkk, 2018). Jenis mesh volume berbentuk hexahedron dengan jumlah mesh > 1.000.000 seperti pada gambar 3. Solver yang digunakan adalah pressure based dengan asumsi aliran emisi gas buang adalah steady dan fluida mampu mampat. Model viscous yang dipilih adalah K-Epsilon Realizable. Kondisi batas yang ditentukan merupakan aliran emisi gas buang dengan kecepatan 17,5 m/s dan temperatur inlet serta outlet sebesar 190° (Carter, 2005). Tekanan dan temperatur lingkungan cerobong diasumsikan 1atm dan 27 °c. Mesh cerobong dan flow straightener dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Mesh Cerobong dan Flow Straightener.

Aliran emisi gas buang diasumsikan hasil dari pembakaran batu bara dengan komposisi emisi seperti pada Tabel 1.

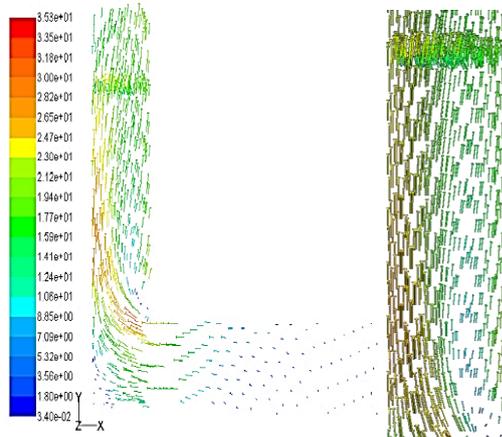
Tabel 1. Komposisi emisi gas buang.

Zat Penyusun	Fraksi Volume %
Nitrogen (N <sub>2</sub> )	75,821
Karbon Dioksida (CO <sub>2</sub> )	11
Oksigen (O <sub>2</sub> )	6
Uap Air (H <sub>2</sub> O)	6
Argon (Ar)	1
Nitrogen Dioksida (NO <sub>2</sub> )	0,069
Sulfur Dioksida (SO <sub>2</sub> )	0,069
Karbon Monoksida (CO)	0,047

## HASIL DAN PEMBAHASAN

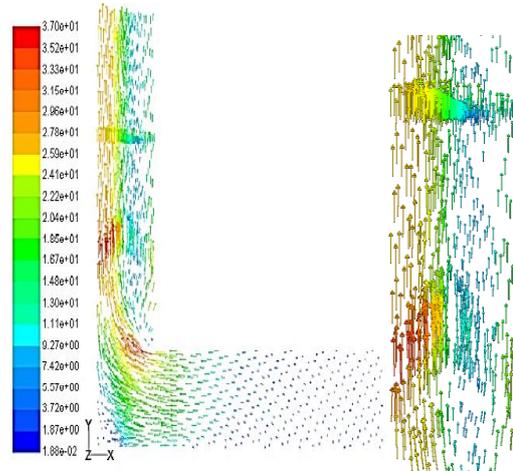
### Profil Kecepatan

Pengukuran emisi gas buang dilakukan pada beberapa titik sepanjang *traverse point* pada bidang sampling point. Profil kecepatan cerobong tanpa FS dapat dilihat pada Gambar 6.



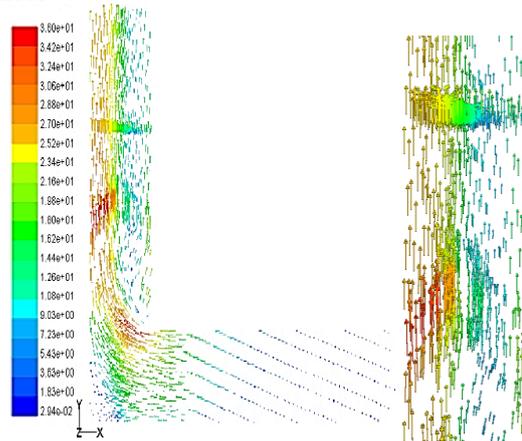
Gambar 6 Profil Kecepatan Cerobong Tanpa FS.

Profil kecepatan FS posisi 0,75D dapat dilihat pada Gambar 7.



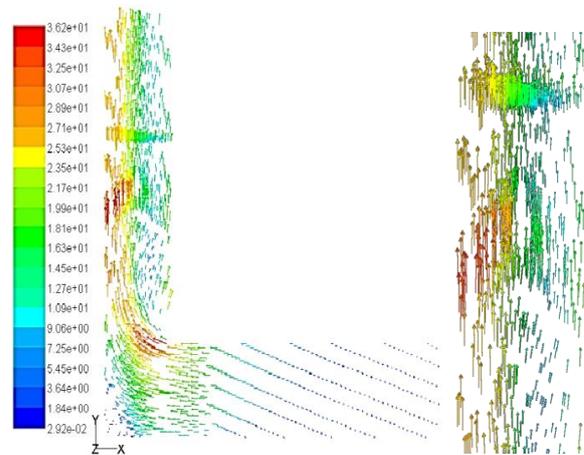
Gambar 7 Profil Kecepatan FS Posisi 0,75D.

Profil kecepatan FS posisi 1D dapat dilihat pada Gambar 8.



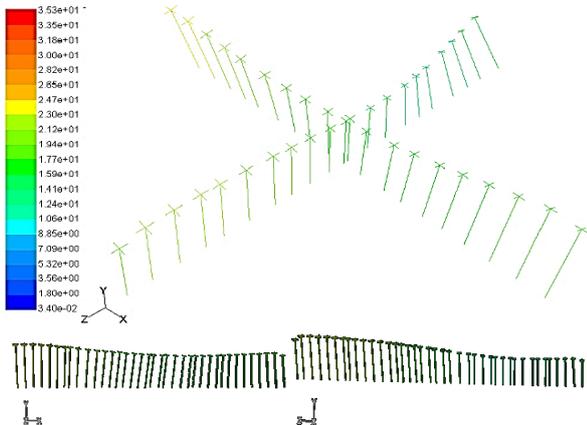
Gambar 8 Profil Kecepatan FS Posisi 1D.

Profil kecepatan FS posisi 1,25D dapat dilihat pada Gambar 9.



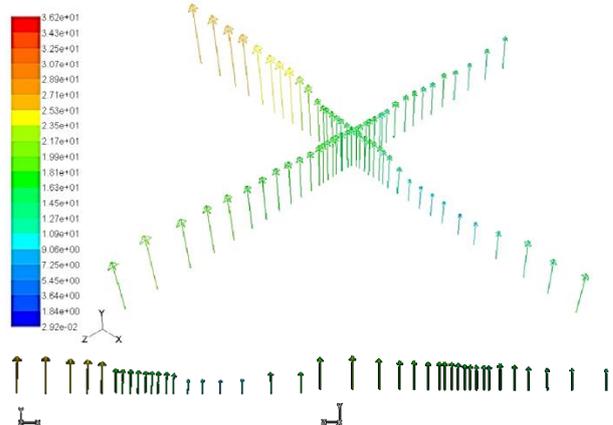
Gambar 9 Profil Kecepatan FS Posisi 1,25D.

Profil kecepatan pada traverse point tanpa FS dapat dilihat pada Gambar 10.



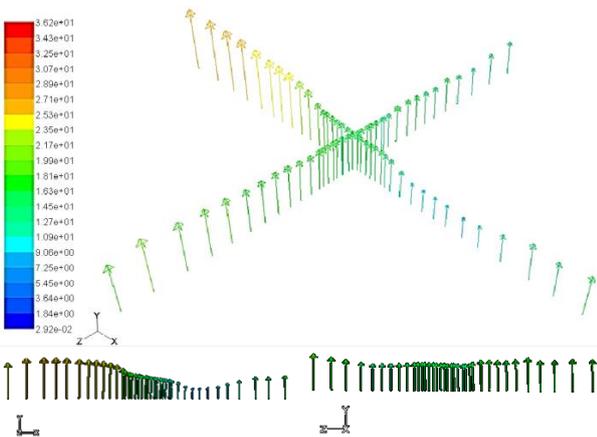
Gambar 10 Profil Kecepatan pada Traverse Point tanpa FS.

Profil kecepatan pada traverse point posisi 1,25D dapat dilihat pada Gambar 13.



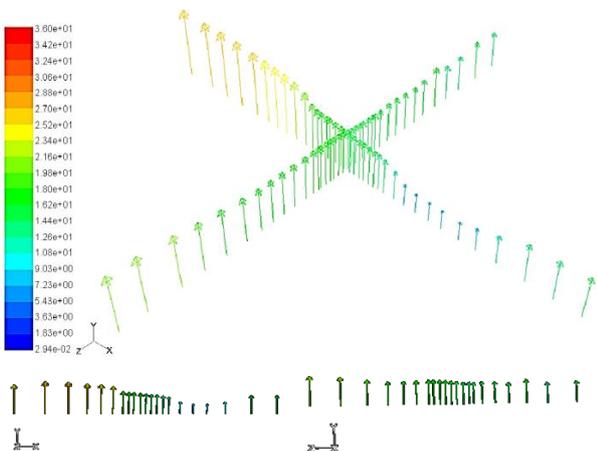
Gambar 13 Profil Kecepatan pada Traverse Point Posisi 1,25D.

Profil kecepatan pada traverse point posisi 0,75D dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11 Profil Kecepatan pada Traverse Point Posisi 0,75D.

Profil kecepatan pada traverse point posisi 1D dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12 Profil Kecepatan pada Traverse Point Posisi 1D.

Gambar 6 sampai dengan Gambar 13 memperlihatkan efek dari pemasangan flow straightener terhadap kondisi aliran gas buang di dalam cerobong. Semakin dekat flow straightener dengan sampling point akan memberikan area yang cukup luas bagi gas buang untuk menyeragamkan aliran di sepanjang cerobong. Semakin jauh flow straightener dari sampling point maka semakin kecil area bagi gas buang untuk menyeragamkan alirannya.

Tingkat keseragaman variasi kecepatan aliran ditentukan dengan Koevisien Variasi (KV) dirumuskan sebagai:

$$KV = \frac{|v - \bar{v}|}{\bar{v}} \times 100\% \quad (1)$$

Semakin baiknya tingkat keseragaman variasi kecepatan aliran emisi ga buang ditentukan dengan semakin kecilnya nilai KV dimana semakin sedikitnya variasi aliran yang terjadi maka aliran cenderung lebih seragam. Tabel 2 menunjukkan nilai KV pada sampling point.

Tabel 2 Koefisien Variasi Kecepatan Aliran Emisi Gas Buang pada Sampling Point.

Kondisi Simulasi	Kecepatan rata-rata (m/s)	KV (%)
Tanpa FS	17,510	21,61
0,75D	18,052	35,516
1D	18,053	34,285
1,25D	18,052	32,323

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis sampaikan kepada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan bantuan dana penelitian SaTeks Fakultas Teknik.

DAFTAR PUSTAKA

- BPPT. 2018. Outlook Energi Indonesia 2018. Jakarta.
- Sugiarti. 2009. Gas Pencemaran Udara dan Pengaruhnya Bagi Kesehatan Manusia
- Dewi, P., Pramadhony, Ellyanie, Marwani. 2018. The Effects of Flow Straightener Inclination on Distribution of Flue Gas Flow
- U.S. EPA Method 1. Sample and Velocity Traverses for Stationary Sources. *Title 40, Chapter 1, Subchapter C, Part 60, Append A-1 to Part 60 - Test Methods 1 through 2F*. 1996:1-12. <http://www3.epa.gov/ttnemc01/promgate/m-01.pdf>.
- Ouazzane AK, Benhadj R. Flow conditioners design and their effects in reducing flow metering errors. *Flow Cond Des their Eff reducing flowmetering errors*. 2002;22(3):223- 231. doi:10.1108/02602280210433061.
- Dewi, P., Rizki Sihombing, Ellyanie, Marwani, Buyamin. 2018. The Effects of 45° Upward Flow Straightener Position on Flow Uniformity in Sampling Point of Chimney
- Carter,B.J.J,Petersen RL,Cochran BC. (2005) Designing Exhaust Systems to minimize energy costs,47(7).
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 07, (2007) Tentang Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak Bagi Ketel Uap, Sekretariat Negara, Jakarta.