

SKRIPSI

STUDI EKSPERIMENTAL PENGUKURAN EMISI GAS BUANG BAHAN BAKAR BATU BARA PADA CEROBONG DENGAN DAN TANPA MENGUNAKAN FLOW STRAIGHTENER

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



BRILLIANT SYAHPUTRA

03051181621023

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2020

SKRIPSI

STUDI EKSPERIMENTAL PENGUKURAN EMISI GAS BUANG BAHAN BAKAR BATU BARA PADA CEROBONG DENGAN DAN TANPA MENGUNAKAN FLOW STRAIGHTENER

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



OLEH :

BRILLIANT SYAHPUTRA

03051181621023

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2020

HALAMAN PENGESAHAN

STUDI EKSPERIMENTAL PENGUKURAN EMISI GAS BUANG BAHAN BAKAR BATU BARA PADA CEROBONG DENGAN DAN TANPA MENGGUNAKAN *FLOW STRAIGHTENER*

SKRIPSI

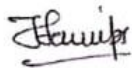
Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

BRILLIANT SYAHPUTRA
03051181621023

Inderalaya, Juli 2020

Pembimbing Skripsi I



Dr. Dewi Puspitasari, S.T., M.T.
NIP. 197001151994122001


Pembimbing Skripsi II



Ellyanie, S.T., M.T.
NIP. 196905011994122001

Mengetahui,

Ketua jurusan teknik mesin



Irsyad Yani, S.T., M.Eng, Ph.D.
NIP. 197112251997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Studi Eksperimental Pengukuran Emisi Gas Buang Bahan Bakar Batu Bara pada Cerobong Dengan dan Tanpa Menggunakan *Flow Straightener*” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 23 Juni 2020

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi


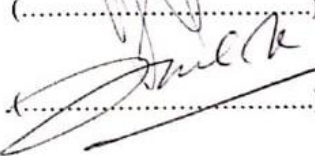
Ketua :


1. Dr. Muhammad Yanis, S.T., M.T.
NIP. 197002281994121001


(.....)

Anggota :

2. Ir. Firmansyah Burlian, M.T.
NIP. 195612271988111001
3. H. Ismail Thamrin, S.T., M.T.
NIP. 197209021997021001


(.....)

(.....)


Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D.
NIP. 197110251997021001

Pembimbing Skripsi

Pembimbing Skripsi

Dr. Dewi Puspitasari, S.T., M.T.
NIP. 197001151994122001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Brilliant Syahputra
NIM : 03051181621023
Judul : Studi Eksperimental Pengukuran Emisi Gas Buang Bahan Bakar Batu Bara pada Cerobong Dengan dan Tanpa Menggunakan *Flow Straightener*

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, Juni 2020



Brilliant Syahputra

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Brilliant Syahputra

NIM : 03051181621023

Judul : Studi Eksperimental Pengukuran Emisi Gas Buang Bahan Bakar Batu Bara pada Cerobong Dengan dan Tanpa Menggunakan *Flow Straightener*

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (Corresponding author)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, Juni 2020



Brilliant Syahputra

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT atas limpahan Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul “Studi Eksperimental Pengukuran Emisi Gas Buang Bahan Bakar Batu Bara pada Cerobong Dengan dan Tanpa Menggunakan *Flow Straightener*”. Adapun penelitian ini diajukan sebagai Tugas Akhir dalam menyelesaikan pendidikan gelar Sarjana Teknik Program Studi Strata 1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam penyusunan karya tulis ilmiah ini, penulis mendapatkan banyak bimbingan dan juga bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Allah *Subhanahu wa Ta'ala*, Tuhan semesta alam yang Maha Terpuji lagi Maha Mulia.
2. Bapak Suriyanto dan Ibu Suyanti, S.E. selaku orang tua penulis yang telah memberikan dukungan penuh secara penuh baik itu moril dan juga materiil.
3. Bapak Irsyadi Yani S.T., M.Eng., Ph.D sebagai Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Amir Arifin S.T., M.Eng., Ph.D sebagai Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Dr. Dewi Puspitasari S.T., M.T dan Ibu Ellyanie S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir penulis, yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan penelitian dan juga karya tulis ilmiah ini.
6. Ibu Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan dukungan kepada penulis dalam menempuh perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
7. Saudara Erick Wirandha selaku rekan penelitian yang telah membantu dan memotivasi penulis dalam menyelesaikan penelitian.

8. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
9. Keluarga Besar Himpunan Mahasiswa Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya periode 2018/2019.
10. Teman-teman Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya angkatan 2016
11. Esa Putri Permata Hati, Muhammad Aman, Ricky Wahyu Pratama dan Dimas Adi Nugroho selaku sahabat yang telah memotivasi penulis dalam melakukan penelitian.

Penulis menyadari bahwa karya tulis ilmiah ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif dari para pembaca agar karya tulis ilmiah ini dapat menjadi karya tulis ilmiah yang baik dan benar. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan semoga karya tulis ilmiah ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Indralaya, Juni 2020

Penulis

RINGKASAN

STUDI EKSPERIMENTAL PENGUKURAN EMISI GAS BUANG BAHAN BAKAR BATU BARA PADA CEROBONG DENGAN DAN TANPA MENGGUNAKAN *FLOW STRAIGHTENER*

Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi, 22 Juni 2020

Brilliant Syahputra;

Dibimbing oleh Dr. Dewi Puspitasari, S.T., M.T. dan Ellyanie, S.T., M.T.

EXPERIMENTAL STUDY OF COAL FLUE GAS EMISSION MEASUREMENT ON STACK WITH AND WITHOUT FLOW STRAIGHTENER

XXXI + 58 halaman, 24 tabel, 38 gambar

Sektor industri memiliki peran penting dalam pertumbuhan ekonomi Indonesia. Industri merupakan motor penggerak kesejahteraan masyarakat dan pembangun ekonomi Indonesia. Namun ketergantungan industri akan bahan bakar fosil masih sangat tinggi. Hal ini tentunya dapat menyebabkan polusi udara yang membahayakan bagi lingkungan. Oleh karena itu, salah satu upaya pemerintah melalui KEPMENLH no. 13 tahun 1995 dalam mengatasi pencemaran udara dari jenis-jenis kegiatan yang berasal dari sumber tidak bergerak adalah dengan melakukan pemantauan berupa pengukuran emisi gas buang pada cerobong supaya produk emisi yang dihasilkan tidak melebihi ambang baku mutunya. Tujuannya supaya produk emisi yang dihasilkan tidak melebihi ambang baku mutunya serta sebagai pelaporan rutin kepada pihak regulator seperti BPLHD dan BAPEDAL. Standar yang digunakan dalam pengukuran gas buang dan kadar partikulat secara isokinetik adalah US-EPA method 1-5 atau SNI 7117.13-2009 – 7117.17.2009. Permasalahan yang terjadi ketika melakukan pengukuran ialah terjadinya fluktuasi hasil ukur yang terbaca di alat ukur *gas analyzer* sehingga menghasilkan tingkat presisi yang rendah. Hal tersebut dikarenakan aliran gas buang yang berpusar dan tidak seragam hingga mencapai *sampling point*.

Untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan memasang *flow straightener* di dalam cerobong. Dalam penelitian ini geometri *flow straightener* yang digunakan berbentuk kerucut dengan sudut kemiringan 45° ke atas (*upward*) lalu terdapat empat kondisi pengukuran emisi gas buang antara lain cerobong tanpa *flow straightener*, cerobong dengan *flow straightener* 0,75D, 1D dan 1,25D dari gangguan bawah cerobong. Dengan menggunakan bahan bakar batu bara bituminus, gas-gas yang diukur dengan *gas analyzer* yaitu SO_2 , NO_2 , CO , CO_2 dan O_2 sedangkan kadar partikulat menggunakan alat ukur *method 5 sampling train*. Variabel awal yang menjadi perhatian sebelum melakukan pengukuran adalah lokasi *sampling point* dan *traverse point*. Penentuan lokasi pengambilan sampel serta jumlah minimum titik lintas berdasarkan standarisasi SNI 7117.13-2009. Dari pengolahan data konsentrasi gas buang dapat diamati bahwa cerobong dengan menggunakan *flow straightener* lebih cenderung dapat mereduksi Relatif Standar Deviasi (RSD), seperti RSD pada gas NO_2 yang cenderung menurun, pada kondisi cerobong tanpa FS memiliki RSD sebesar 8,63265 %, pada FS 0,75D sebesar 8,39012 %, pada FS 1D sebesar 3,746 % dan pada FS 1,25D sebesar 0 %. Namun dengan pemasangan *flow straightener* dapat memperbesar persen isokinetik dalam pengambilan sampel partikulat. Pada kondisi cerobong tanpa FS memiliki persen isokinetik sebesar 94,88 %, pada FS 0,75D sebesar 114,83 %, pada FS 1D sebesar 134,48 % dan pada FS 1,25D sebesar 148,66 %.

Kata kunci : *Flow straightener*, konsentrasi gas buang, kadar partikulat

Kepustakaan : 30 (1989 – 2019)

SUMMARY

EXPERIMENTAL STUDY OF COAL FLUE GAS EMISSION MEASUREMENT ON STACK WITH AND WITHOUT FLOW STRAIGHTENER

Scientific of writing in the form of thesis, 22nd of June 2020

Brilliant Syahputra;

Supervised by Dr. Dewi Puspitasari, S.T., M.T. dan Ellyanie, S.T., M.T.

STUDI EKSPERIMENTAL PENGUKURAN EMISI GAS BUANG BAHAN BAKAR BATU BARA PADA CEROBONG DENGAN DAN TANPA MENGGUNAKAN *FLOW STRAIGHTENER*

XXXI + 58 pages, 24 tables, 38 figures

The industrial sector has significant role in Indonesian economic growth. The industry is a driving force for public's welfare and the development of the Indonesian economy. But the industry's dependence on fossil fuels is still very high. This problem may cause air pollution that is harmful to the environment. Therefore, one of the government's efforts through KEPMENLH number 13 of 1995 on dealing with air pollution from stationary sources is by monitoring the measurement of flue gas emission from stacks so that the emission products don't exceed its quality standard threshold and as routine reporting to the regulators such as BPLHD and BAPEDAL. The standard used in the measurement of flue gas and particulate content isokinetically is US-EPA method 1-5 or SNI 7117.13-2009 – 7117.17.2009. The problem that occurs when measuring flue gas emission is the fluctuation of the measurement results that produce a low level of precision. It happens because of the cyclonic and less uniform flue gas flow to sampling point. In case of solving this flue gas flow problem is by installing a flow straightener inside the stack. This research, the geometry of flow straightener is conical with an angle of 45° upward based on previous research by using Computational Fluid Dynamic and has four measurement conditions such as stack without flow straightener, stack with flow straightener 0.75D, 1D and 1.25D from

the bottom interference of the stack. By using bituminous coal as fuel, the flue gases measured by gas analyzer are SO₂, NO₂, CO, CO₂ and O₂ whereas particulate content measured by using method 5 sampling train. The main variables of concern before measuring the flue gases emission and particulate are the location of sampling point and also traverse point based on SNI 7117.13-2009. This study aims to analyze the difference in the results of flue gases emission between stack without using flow straightener and using flow straightener. From data calculation of flue gas concentration, it can be observed that stack with flow straightener can reduce the Relative Standard Deviation (RSD) as in NO₂ which tend to decrease, in condition of stack without flow straightener has 8.63265 % of RSD, stack with flow straightener 0.75D has 8.39012 % of RSD, stack with flow straightener 1D has 3.746 % of RSD and stack with flow straightener 1.25D has 0 % of RSD. However, the installation of flow straightener inside the stack can increase the percentage of isokinetic in particulate sampling. The percentage of isokinetic from stack without flow straightener, with flow straightener 0.75D, 1D and 1.25D are 94.88 %, 114.83 %, 134.48 % and 148.66 %.

Keywords : flow straightener, flue gas concentration, particulate content

Literatures : 30 (1989–2019)

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Batu Bara	5
2.2 Sifat - Sifat Batu Bara.....	6
2.2.1 Calorific Value.....	6
2.2.2 Moisture Content.....	6
2.2.3 Volatile Matter.....	7
2.2.4 Ash Content.....	7
2.2.5 Fixed Carbon.....	7
2.2.6 Sulfur Content.....	8
2.3 Batu Bara Bituminus.....	9
2.4 Teori Gas Buang.....	10
2.5 Baku Mutu Sumber Emisi Tidak Bergerak.....	12

2.6	Cerobong.....	13
2.7	Flow Straightener.....	14
2.8	Pengukuran Emisi Gas Buang pada Cerobong.....	17
2.8.1	Standarisasi US-EPA.....	17
2.8.2	Isokinetic Sampling.....	18
2.8.3	Sampling Point.....	19
2.8.4	Traverse Point.....	19
2.8.5	Perhitungan Relatif Standar Deviasi.....	21
2.8.6	Perhitungan Kadar Partikulat.....	22
2.8.7	Persen isokinetik.....	23
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		25
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	25
3.2	Alat dan Bahan Eksperimen.....	26
3.2.1	Cerobong.....	26
3.2.2	Flow Straightener.....	27
3.3	Alat Ukur Emisi Gas Buang.....	28
3.3.1	Alat Ukur Kadar Partikulat.....	28
3.3.2	Alat Ukur Konsentrasi Gas Buang.....	28
3.4	Alat dan Bahan Penunjang.....	29
3.5	Sampling Point dan Traverse Point Cerobong.....	30
3.6	Prosedur Pengambilan Data.....	31
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		35
4.1	Data Pengukuran.....	35
4.1.1	Cerobong Tanpa Flow Straightener.....	35

4.1.2 Cerobong dengan Flow Straightener 0,75D.....	36
4.1.3 Cerobong dengan Flow Straightener 1D.....	36
4.1.4 Cerobong dengan Flow Straightener 1,25D.....	37
4.1.5 Kadar Partikulat.....	37
4.2 Pengolahan Data.....	38
4.2.1 Cerobong Tanpa Flow Straightener.....	39
4.2.2 Cerobong dengan Flow Straightener 0,75D.....	41
4.2.3 Cerobong dengan Flow Straightener 1D.....	43
4.2.4 Cerobong dengan Flow Straightener 1,25D.....	45
4.2.5 Hasil Pengolahan Data.....	47
4.3 Pembahasan.....	48
4.3.1 Konsentrasi Gas Buang.....	48
4.3.2 Kadar Partikulat.....	54
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	57
5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran.....	57
DAFTAR RUJUKAN.....	i
LAMPIRAN.....	i

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1	estimasi persentase pasokan cadangan batu bara dunia	9
Gambar 2-2	(a) <i>etoile</i> (b) <i>tube bundle</i> (c) <i>box</i>	14
Gambar 2-3	<i>Zanker's flow straightener</i>	14
Gambar 2-4	<i>Isometric</i> dan <i>Side view flow straightener</i>	15
Gambar 2-5	variasi jarak <i>flow straightener</i> di dalam cerobong	15
Gambar 2-6	Distribusi aliran gas pada <i>flow straightener</i> kerucut <i>upward</i>	16
Gambar 2-7	<i>Isokinetic sampling</i>	18
Gambar 2-8	Partikel-partikel pada aliran gas buang	18
Gambar 2-9	lokasi <i>sampling point</i> pada cerobong	19
Gambar 2-10	Jumlah minimum titik lintas untuk pengambilan partikulat.....	20
Gambar 2-11	<i>traverse point</i>	21
Gambar 3-1	Diagram Alir Penelitian.....	25
Gambar 3-2	Cerobong Eksperimen	26
Gambar 3-3	Desain <i>flow straightener</i> eksperimen.....	27
Gambar 3-4	<i>Flow straightener</i> eksperimen.....	27
Gambar 3-5	<i>Method 5 Sampling Train</i>	28
Gambar 3-6	<i>flue gas analyzer</i>	28
Gambar 3-7	Blower	29
Gambar 3-8	Posisi <i>Sampling Point</i> Cerobong.....	30
Gambar 3-9	<i>Traverse points</i> di dalam cerobong	30
Gambar 3-10	skema cerobong.....	31
Gambar 4-1	Grafik relatif standar deviasi gas SO ₂	49
Gambar 4-2	Grafik relatif standar deviasi NO ₂	50
Gambar 4-3	Grafik relatif standar deviasi CO.....	50
Gambar 4-4	Grafik relatif standar deviasi CO ₂	51
Gambar 4-5	Grafik relatif standar deviasi O ₂	52
Gambar 4-6	Grafik emisi gas buang.....	53

Gambar 4-7	Grafik kadar partikulat pada setiap kondisi pengukuran	54
Gambar 4-8	Grafik persen isokinetik.....	55
Gambar 4-9	Grafik kecepatan linier.....	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1	Parameter Kualitas Batu Bara	8
Tabel 2-2	Baku Mutu Sumber Emisi <i>Boiler</i> Bahan Bakar Batu Bara	12
Tabel 2-3	Rangkuman data penelitian sebelumnya	17
Tabel 2-4	Jumlah titik lintas cerobong penampang lingkaran.....	21
Tabel 3-1	Jarak <i>traverse point</i> di dalam cerobong	31
Tabel 4-1	Hasil konsentrasi gas buang cerobong tanpa <i>flow straightener</i>	35
Tabel 4-2	Hasil konsentrasi gas buang cerobong <i>flow straightener</i> 0,75D	36
Tabel 4-3	Hasil konsentrasi gas buang cerobong <i>flow straightener</i> 1D.....	36
Tabel 4-4	Hasil konsentrasi gas buang cerobong <i>flow straightener</i> 1,25D.....	37
Tabel 4-5	Data penimbangan filter dan berat debu total	38
Tabel 4-6	Pengolahan data standar deviasi gas SO ₂ (cerobong tanpa FS)	39
Tabel 4-7	Rata-rata, standar deviasi dan relatif standar deviasi tanpa FS	40
Tabel 4-8	Pengolahan data standar deviasi gas SO ₂ (FS 0,75D).....	41
Tabel 4-9	Rata-rata, standar deviasi dan relatif standar deviasi FS 0,75D.....	42
Tabel 4-10	Pengolahan data standar deviasi gas SO ₂ (FS 1D).....	43
Tabel 4-11	Rata-rata, standar deviasi dan relatif standar deviasi FS 1D.....	44
Tabel 4-12	Pengolahan data standar deviasi gas SO ₂ (FS 1,25D).....	45
Tabel 4-13	Rata-rata, standar deviasi dan relatif standar deviasi FS 1,25D.....	46
Tabel 4-14	Hasil perhitungan relatif standar deviasi konsentrasi gas buang	47
Tabel 4-15	Data hasil perhitungan kadar partikulat	48
Tabel 4-16	Hasil perhitungan rata-rata relatif standar deviasi	53

Studi Eksperimental Pengukuran Emisi Gas Buang Bahan Bakar Batu Bara Pada Cerobong Dengan dan Tanpa Menggunakan Flow Straightener

Brilliant S.⁽¹⁾, Dewi Puspitasari⁽¹⁾, Ellyanie⁽¹⁾

⁽¹⁾Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Palembang - Prabumulih KM 32, Ogan Ilir, Sumatera Selatan.
Email: Dewipuspitasari@unsri.ac.id

Abstrak

Sektor industri berperan penting dalam membangun pertumbuhan ekonomi Indonesia. Akan tetapi, penggunaan bahan bakar fosil di industri masih sangat tinggi sehingga menyebabkan polusi udara. Salah satu upaya pemerintah melalui KEPMENLH no. 13 tahun 1995 dalam mengatasi pencemaran udara dari sumber tidak bergerak adalah dengan melakukan pemantauan berupa pengukuran emisi gas buang pada cerobong. Permasalahan yang terjadi ketika melakukan pengukuran adalah terjadinya aliran gas buang yang berpusar dan kurang seragam hingga *sampling point*. Oleh karena itu, upaya mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan memasang *flow straightener* di cerobong. Penelitian ini memiliki empat kondisi pengukuran antara lain cerobong tanpa *flow straightener*, cerobong dengan *flow straightener* 0,75D, 1D dan 1,25D dari gangguan bawah cerobong. Dari pengolahan data dapat diamati bahwa penggunaan *flow straightener* dapat mereduksi Relatif Standar Deviasi (RSD), seperti RSD pada gas NO₂ yang cenderung menurun, pada kondisi cerobong tanpa FS memiliki RSD sebesar 8,63265 %, pada FS 0,75D sebesar 8,39012 %, pada FS 1D sebesar 3,746 % dan pada FS 1,25D sebesar 0 %. Namun penggunaan *flow straightener* dapat memperbesar persen isokinetik dalam pengambilan sampel partikulat. Pada kondisi cerobong tanpa FS memiliki persen isokinetik sebesar 94,88 %, pada FS 0,75D sebesar 114,83 %, pada FS 1D sebesar 134,48 % dan pada FS 1,25D sebesar 148,66 %.

Kata kunci : konsentrasi gas buang, kadar partikulat, *flow straightener*

Ketua Jurusan Teknik Mesin,



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197112251997021001

Dosen Pembimbing,



Dr. Dewi Puspitasari, S.T., M.T.
NIP. 197001151994122001

Studi Eksperimental Pengukuran Emisi Gas Buang Bahan Bakar Batu Bara Pada Cerobong Dengan dan Tanpa Menggunakan Flow Straightener

Brilliant S.⁽¹⁾, Dewi Puspitasari⁽¹⁾, Ellyanie⁽¹⁾

⁽¹⁾Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Palembang - Prabumulih KM 32, Ogan Ilir, Sumatera Selatan.
Email: Dewipuspitasari@unsri.ac.id

Abstract

The industrial sector has a significant role in Indonesia economic growth. But the use of fossil fuels in industry is still very high and may cause air pollution. One of the government's efforts through KEPMENLH number 13 of 1995 on dealing with air pollution from stationary sources is by monitoring the measurement of flue gas emission from stacks. The problem that occurs when measuring the flue gas emission is the occurrence of cyclonic and less uniform flue gas flow. However, to solve this problem is by installing a flow straightener inside the stack. This research has four measurement conditions such as stack without flow straightener, stack with flow straightener 0.75D, 1D and 1.25D from the bottom interference of the stack. From data calculation, it can be observed that the use of flow straightener can reduce the relative standard deviation (RSD), as in NO₂ which tends to decrease, in condition of stack without flow straightener has 8.63265 % of RSD, stack with flow straightener 0.75D has 8.39012 % of RSD, stack with flow straightener 1D has 3.746 % of RSD and stack with flow straightener 1.25D has 0 % of RSD. However, the installation of flow straightener inside the stack can increase the percentage of isokinetic in particulate sampling. The percentage of isokinetic from stack without using flow straightener, with flow straightener 0.75D, 1D and 1.25D are 94.88 %, 114.83 %, 134.48 % and 148.66 %.

Keywords: flue gas concentration, particulate content, flow straightener

Ketua Jurusan Teknik Mesin,

Irsyadi Yan, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197112251997021001

Dosen Pembimbing,



Dr. Dewi Puspitasari, S.T., M.T.
NIP. 197001151994122001

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan ekonomi terbesar se-Asia Tenggara, memiliki Produk Domestik Bruto (PDB) mencapai 1 Triliun Dolar, dengan meningkatnya pertumbuhan ekonomi maka kebutuhan akan energi juga semakin meningkat (IESR, 2019). Pada tahun 2014, sektor industri memiliki persentase tertinggi dalam konsumsi energi yaitu 48% (BPPT, 2016). Industri berperan sebagai motor penggerak kesejahteraan masyarakat dan perekonomian suatu negara, akan tetapi dampak buruk yang dihasilkan oleh industri adalah terciptanya emisi gas buang yang dapat menyebabkan polusi udara.

Dalam mencegah terjadinya pencemaran udara dari jenis-jenis kegiatan yang berasal dari sumber tidak bergerak perlu dilakukan upaya dalam pengendalian pencemaran udara dengan menetapkan baku mutu emisi sumber tidak bergerak (MENLH, 1995). Oleh karena itu, perlu dilakukannya pemantauan berupa pengukuran emisi gas buang dan partikulat pada cerobong industri. Tujuannya supaya produk emisi gas buang dan partikulat yang dihasilkan dari proses pembakaran tidak melebihi ambang baku mutunya dan sebagai pelaporan rutin kepada pihak regulator yaitu BPLHD, BAPEDAL, Kementerian Lingkungan Hidup & Kehutanan. Standar yang digunakan dalam pengukuran kadar partikulat dalam gas buang secara isokinetik dan kadar emisi gas buang pembakaran adalah berdasarkan *US-EPA method 1 – 5* atau SNI 7117.13-2009 – 7117.17.2009.

Permasalahan yang sering terjadi dalam melakukan pengukuran emisi gas buang di cerobong adalah cenderung terjadinya fluktuasi hasil pengukuran, hal ini dikarenakan aliran gas buang yang berpusar (*cyclonic flow*) sehingga hasil ukur yang terbaca pada alat ukur menjadi tidak stabil atau memiliki tingkat presisi yang rendah. Hasil ukur yang dapat diterima adalah hasil ukur dengan Relatif Standar

Deviasi kurang dari sepuluh persen ($RSD < 10\%$). Salah satu upaya dalam mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan menambahkan alat *flow straightener* di dalam cerobong (Scarabino et al., 2015). Tujuannya supaya aliran gas buang dapat dikondisikan secara seragam dan vertikal hingga mencapai *sampling point* pengukuran. Pada penelitian oleh (Scarabino et al., 2015) dengan melakukan CFD, mengamati bagaimana *flow configuration* dari tiga kondisi cerobong yaitu cerobong dengan *free inlet*, cerobong dengan *partially blocked inlet* dan cerobong dengan menggunakan *flow straightener* terhadap sudut inklinasi dan helisitas. Kondisi terbaik dihasilkan oleh cerobong dengan menggunakan *flow straightener*. Selanjutnya pada penelitian yang dilakukan oleh (Pramadhony et al., 2018) mengikuti desain yang sama dari scarabino, namun dengan memberikan variasi sudut pada *flow straightener* yaitu 0° , 15° , 30° dan 45° upward. Diperoleh kondisi terbaik adalah *flow straightener* 45° upward. Lalu pada penelitian berikutnya oleh (Puspitasari & Sihombing, 2018) dan (Puspitasari et al., 2019) meneliti tentang pengaruh variasi jarak pemasangan *flow straightener* di dalam cerobong terhadap tingkat keseragaman aliran dan sudut inklinasi. Diperoleh posisi terbaik dihasilkan oleh *flow straightener* 1,25D dari gangguan bawah cerobong.

Penelitian ini adalah lanjutan dari penelitian sebelumnya yang hanya melakukan komputasi CFD dengan software *Fluent*. Didapatkan kondisi terbaik untuk geometri dan posisi pemasangan *Flow Straightener* adalah 45° upward dan dipasang pada jarak 1,25D dari gangguan bawah cerobong (Puspitasari & Sihombing, 2018). Pada penelitian-penelitian yang telah dilakukan, belum ada yang meneliti pengaruh *flow straightener* terhadap pengukuran konsentrasi gas buang dan partikulat. Berdasarkan uraian penjelasan tersebut, maka penelitian kali ini dilakukan secara eksperimen untuk dapat membandingkan hasil pengukuran emisi gas buang antara cerobong yang menggunakan *flow straightener* dengan cerobong tanpa menggunakan *flow straightener*.

Penelitian ini menggunakan bahan bakar batu bara bituminus dikarenakan batu bara ini memiliki nilai kalor yang tinggi yaitu berkisar 5833 kcal/kg hingga 7777 kcal/kg (Sukandarrumidi, 2008). Bituminus tergolong dalam *Hard Coals* yang berada pada tingkatan kualitas terbaik kedua setelah antrasit. Pemanfaatan

bituminus tidak hanya sebagai bahan bakar dalam pembangkit listrik, batu bara ini juga digunakan dalam pembuatan kokas. Dibandingkan dengan lignit, batu bara lignit berada pada tingkatan kualitas paling rendah dikarenakan tingginya *moisture content* dan *ash content* yang menyebabkan nilai kalor menjadi rendah. Selain itu, tingginya *moisture content* pada batu bara lignit juga menyebabkan meningkatnya tingkat emisi gas CO₂ yang dapat membahayakan lingkungan (Violidakis et al., 2017).

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang sering terjadi dalam pengukuran emisi gas buang secara isokinetik adalah hasil pengukuran yang terbaca oleh alat ukur tidak stabil atau memiliki tingkat presisi yang rendah, hal ini disebabkan oleh aliran gas buang yang berpusar (*cyclonic flow*) dan tidak seragam. Salah satu upaya dalam mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan memasang *flow straightener* di dalam cerobong supaya dapat mereduksi pusaran aliran dan menjadi seragam. Pemasangan *flow straightener* di cerobong tidak dapat menurunkan tingkat emisi gas buang yang dihasilkan melainkan hanya dapat membuat hasil pengukuran menjadi lebih akurat dan presisi. Dalam penelitian secara eksperimen ini akan dilakukan analisis bagaimana perbedaan hasil pengukuran emisi gas buang antara cerobong yang menggunakan *flow straightener* dan dengan cerobong yang tidak menggunakan *flow straightener*.

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini, diambil batasan masalah yaitu :

1. *Flow Straightener* diletakan dengan variasi jarak 0,75D, 1D dan 1,25D dari gangguan bawah cerobong.
2. *Flow Straightener* berbentuk kerucut dengan sudut 45° (*upward*).
3. Kelas batu bara yang digunakan adalah Bituminus.

4. Metode pengukuran berdasarkan standar US-EPA yaitu *isokinetic sampling*.
5. Penelitian ini hanya berfokus pada hasil pengukuran emisi gas buang dan partikulat.
6. Pengukuran dilakukan di *sampling point* cerobong

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan hasil pengukuran emisi gas buang pada cerobong tanpa menggunakan *flow straightener* dengan cerobong yang menggunakan *flow straightener*.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Sebagai referensi dalam upaya meningkatkan keakurasian hasil ukur emisi gas buang.
2. Dapat menentukan posisi efektif *flow straightener* di dalam cerobong.

DAFTAR RUJUKAN

- Baker, R.C., 2016. Flow Measurement Handbook, Flow Measurement Handbook. <https://doi.org/10.1017/cbo9781107054141>
- BPPT, 2016. Energi Outlook Indonesia 2016. BPPT, Jakarta.
- Casper, J.K., 2010. GLOBAL WARMING : Greenhouse Gases Worldwide Impacts, Journal of environmental sciences (China).
- G. E. Murray, 2002. Energy and the Environment. Oxford University Press, New York.
- HESTER, R.E., Harrison, R.M., 2018. Coal in the 21st Century-Energy Needs, Chemicals and Environmental Controls. Royal Society of Chemistry. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-76495-5>
- IESR, 2019. Rangkuman untuk Pengambil Kebijakan: Dinamika Batu Bara Indonesia.
- Knospe, B., 2018. Practical Guide Industrial Flue Gas Analysis, 3rd ed. Testo, United Kingdom.
- MENLH, 1995. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 52 Tahun 1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Hotel 2–4.
- Peraturan Pemerintah No. 41 tahun 1999, 1999. Peraturan Pemerintah No . 41 Tahun 1999 Tentang : Pengendalian Pencemaran udara.
- Pramadhony, P., Puspitasari, D., Ellyanie, E., Marwani, M., Sihombing, R.M.R., 2018. CFD Analysis Of Flue Gas Streamline Through Varied Of Flow Straightener Inclination. Indones. J. Environ. Manag. Sustain. 2, 11–14. <https://doi.org/10.26554/ijems.2018.2.1.11-14>
- Puspitasari, D., Mesin, T., Sriwijaya, U., Variasi, K., Kemiringan, D., 2019. PENGARUH VARIASI POSISI FLOW STRAIGHTENER TERHADAP KESERAGAMAN 23–24.
- Puspitasari, D., Sihombing, R., 2018a. PENGARUH VARIASI POSISI FLOW STRAIGHTENER KEMIRINGAN ALIRAN GAS BUANG.
- Puspitasari, D., Sihombing, R., 2018b. The Effect of 45 o Upward Flow Straightener Position on Flow Uniformity in Sampling Point of Chimney.
- Raja, A.K., Amit Prakash, M.D., 2006. Power Plant Engineering. New Age International, New Delhi.
- Ratnani, R.D., 2008. Teknik Pengendalian Pencemaran Udara Yang Diakibatkan oleh Partikel 4, 27–32.
- Scarabino, A., Bacchi, F., Filace, R.J., Raviculé, M., 2015. Computational Fluid

Dynamic Analysis of a Heater Chimney with and without a Flow Straightener. *J. Sci. Eng. Res.* 2, 79–93.

Snow, D.A., 2002. *Plant Engineer 's Reference Book*. Butterworth-Heinamnn, Oxford.

Violidakis, I., Drosatos, P., Nikolopoulos, N., 2017. Critical review of current industrial scale lignite drying technologies, *Low-rank Coals for Power Generation, Fuel and Chemical Production*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100895-9.00003-6>

Wang, Z., 2018. Energy and Air Pollution, *Comprehensive Energy Systems*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809597-3.00127-9>